

RESSALVA

Alertamos para ausência da Figura 7 não incluída pelo(a) autor(a) no arquivo original.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ADUBAÇÃO E SAZONALIDADE NA PRODUÇÃO DE FITOMASSA,
METODOLOGIA DE EXTRAÇÃO, RENDIMENTO E QUALIDADE DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum selloi* BENTH.**

LILIA APARECIDA SALGADO DE MORAIS

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para a obtenção do título de Doutor
em Agronomia – Área de Concentração em
Horticultura.

BOTUCATU-SP
Dezembro-2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**ADUBAÇÃO E SAZONALIDADE NA PRODUÇÃO DE FITOMASSA,
METODOLOGIA DE EXTRAÇÃO, RENDIMENTO E QUALIDADE DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Ocimum selloi* BENTH.**

LILIA APARECIDA SALGADO DE MORAIS

Orientadora: Prof. Dra. Márcia Ortiz Mayo Marques
Co-orientador: Prof. Dr. Lin Chau Ming

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da UNESP – Campus de
Botucatu, para a obtenção do título de Doutor
em Agronomia – Área de Concentração em
Horticultura.

BOTUCATU-SP
Dezembro-2003

O Senhor fez a terra produzir os medicamentos:

O homem sensato, não os despreza.

ECLO 38, 4 - 5

A Deus,

Aos meus pais, Eduardo Fernando e Lenir,

OFEREÇO

Aos meus irmãos, Márcio e Fernanda, e a minha sobrinha, Maria Clara,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por todas as oportunidades de vencer os obstáculos;

A minha família, pelo incentivo e amor;

Ao curso de Pós-Graduação em Agronomia e à Faculdade de Ciências Agronômicas/UNESP-Botucatu, pela confiança depositada;

À FAPESP, pela bolsa de estudos concedida e por todo apoio durante a realização do projeto;

À Dra. Márcia Ortiz Mayo Marques pela orientação e dedicação durante a realização do trabalho;

Ao Professor Dr. Lin Chau Ming, pela co-orientação e principalmente, pelo exemplo de sabedoria, simplicidade e força demonstrado em todo o período de convivência;

Ao Professor Dr. Dirceu Maximino Fernandes, pelo grande auxílio e atenção na parte de solos;

À Professora Dra. Sheila Zambello de Pinho, pela orientação na parte estatística;

Aos professores do curso, pelos ensinamentos e oportunidades de crescimento profissional;

Aos funcionários do departamento de Horticultura e de todos os outros departamentos, sempre prontos a ajudar;

Ao Adalberto Ferri (Beto), pelas análises cromatográficas;

Aos amigos Santino, Roberval, Giovana, Fernando, Lídia e Sr. Vicente (“Tio Mochilinha”), pela amizade sincera;

A Sandra, Maria dos Anjos, Magnólia, Mirian, Ari Hidalgo, Célio e Cirino, pela oportunidade de compartilhar de suas experiências;

A Janice, Maíra, Beto, Felipe, Mariana, Cássia, Rubem, Marco Tecchio, Marília, Domingos, Sarita, Amanda, Bel, Marelisa e Evelize, pelo convívio e companheirismo;

Aos técnicos agrícolas Eduardo (Maisena), Amanda e Wesley;

Aos amigos que, durante estes quatro anos, foram a minha família, pela convivência, amizade, “cantoria nas viagens das disciplinas”, momentos inesquecíveis dos quais sentirei muitas saudades.

SUMÁRIO

	Página
LISTAS DE TABELAS.....	IV
LISTAS DE FIGURAS.....	XI
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	4
3. INTRODUÇÃO.....	7
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
4.1.O gênero <i>Ocimum</i>	12
4.1.1. Óleos essenciais do gênero <i>Ocimum</i>	13
4.1.2. Principais Componentes dos Óleos Essenciais do Gênero <i>Ocimum</i>	15
4.2. A Espécie <i>Ocimum selloi</i> Benth.....	19
4.3. Extração de Produtos Naturais por Tecnologia Supercrítica.....	22
4.4. Nutrição de plantas medicinais.....	28
4.5.Fatores que interferem na produção vegetal e de metabólitos secundários.....	40
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	45
5.1. Descrição do local do experimento.....	46
5.2. Tratamentos e Delineamento experimental.....	46
5.3.Obtenção do Material Vegetal.....	48
5.4. Cultivo em Campo.....	49
5.5. Preparo do Material Vegetal.....	56
5.6. Extração e análise da composição química dos óleos essenciais.....	57

5.6.1. Hidrodestilação.....	58
5.6.2. Extração com dióxido de carbono supercrítico.....	59
5.6.2.1.Preparo da Matéria prima.....	59
5.6.2.2.Extração dos óleos essenciais.....	60
5.7. Análise da composição química por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas.....	61
5.8. Análise estatística.....	62
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
6.1. Diferenças entre as populações.....	64
6.2. População Paraná.....	67
6.2.1. Produção de fitomassa aérea.....	67
6.2.2. Rendimento e produção de óleo essencial.....	84
6.2.3. Composição química do óleo essencial.....	95
6.3. População São Paulo.....	116
6.3.1. Produção de fitomassa aérea.....	116
6.3.2. Rendimento e produção de óleo essencial.....	132
6.3.3. Composição química do óleo essencial.....	143
6.4. Extração dos Óleos Essenciais de <i>Ocimum selloi</i> com Dióxido de Carbono Supercrítico.....	166
6.5. Análise de solo para fins de fertilidade e extração de macro e micronutrientes...	171
6.5.1. População Paraná.....	171
6.5.1.1. Quantificação de nutrientes extraídos.....	182

6.5.2. População São Paulo.....	193
6.5.2.1. Quantificação de nutrientes extraídos.....	203
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	214
8. CONCLUSÃO.....	216
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	220
10. APÊNDICES.....	248

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Função dos macro e micronutrientes nas plantas	29
2	Tratamentos utilizados nos experimentos de <i>Ocimum selloi</i> na Faculdade de Ciências Agronômicas -UNESP, Botucatu - SP, 2001.....	47
3	Características químicas do solo da área experimental de cultivo da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP, Botucatu-SP, 2000.....	49
4	Características químicas do esterco de curral curtido utilizado no experimento. Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Botucatu - SP, 2001.....	51
5	Datas das colheitas e número de dias após o plantio na data de cada colheita de <i>Ocimum selloi</i> , população Paraná e São Paulo.....	52
6	Quadrados médios da produção de caule (base seca) primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação.BOTUCATU-SP 2001.....	67
7	Quadrados médios de produção de folhas (base seca) primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	67
8	Quadrados médios da produção de inflorescências (base seca) primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	68
9	Quadrados médios de produção de folhas, sobre o total de fitomassa produzida [folhas/ (folha + caule)] (F/ F+C) (base seca) primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	68
10	Quadrados médios do rendimento de óleo essencial de folhas e inflorescências, primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	68

11	Quadrados médios da produção de óleo essencial de folhas e inflorescências, primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	69
12	Quadrados médios das variáveis: rendimento de caule, folhas, inflorescências, produção de folhas/ (folha + caule), rendimento e produção de óleo essencial de folhas e inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, em função dos diferentes tipos de adubação, nos cortes dois a cinco. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	70
13	Média de produção (base seca) de folhas, caules e inflorescências do primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	72
14	Percentual médio de produção (base seca) de folhas sobre o total de fitomassa produzida por 16 plantas [folhas/ (folha + caule) no primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido à diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	73
15	Média de produção (base seca) de caules do segundo ao quinto corte de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	74
16	Média de produção (base seca) de folhas de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, do segundo ao quinto corte, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	74
17	Média de produção (base seca) de inflorescência de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, do segundo ao quinto corte, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	80
18	Percentual médio de produção (base seca) de folhas sobre (folha + caule) de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, do segundo ao quinto corte, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	82
19	Percentual médio de rendimento de óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná em função de adubação orgânica, mineral e ausência de adubação no primeiro corte. BOTUCATU-SP, 2001.....	84

20	Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de folhas e inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná em função de adubação orgânica, mineral e ausência de adubação no primeiro corte. BOTUCATU-SP, 2001.....	86
21	Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, do segundo ao quinto corte, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	87
22	Percentual de rendimento médio de óleo essencial de inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, do segundo ao quinto corte, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	89
23	Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de folhas de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, do segundo ao quinto corte, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	92
24	Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, do segundo ao quinto corte, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	93
25	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas e inflorescências da população Paraná, primeiro corte, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	97
26	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas e inflorescências da população Paraná, segundo corte, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.....	98
27	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas e inflorescências da população Paraná, terceiro corte, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.....	99
28	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas e inflorescências da população Paraná, quarto corte, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.....	101
29	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas e inflorescências da população Paraná, quinto corte, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2003.....	102

30	Quadrados médios da composição de óleo essencial de folhas, cortes dois a cinco, de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	103
31	Proporção relativa dos principais componentes do óleo essencial oriundo de folhas de <i>O. selloi</i> PR, submetidos aos diferentes tratamentos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	104
32	Proporção relativa dos principais componentes do óleo essencial oriundo de folhas de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes dois a cinco. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	104
33	Quadrados médios da produção de caule (base seca) primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	117
34	Quadrados médios da produção de folhas (base seca) primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	117
35	Quadrados médios da produção de inflorescências (base seca) primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de. BOTUCATU-SP, 2001.....	117
36	Quadrados médios de produção de folhas, sobre o total de fitomassa produzida [folhas/ (folha + caule)] (base seca) primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	118
37	Quadrados médios do rendimento de óleo essencial de folhas e inflorescências, primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	118
38	Quadrados médios da produção de óleo essencial de folhas e inflorescências, primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	118

39	Quadrados médios das variáveis: produção de caule, folhas, inflorescências, produção de folhas/ (folha + caule + inflorescência), produção e produção de óleo essencial de folhas e inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, em função dos diferentes tipos de adubação, nos cortes dois a cinco. BOTUCATU– SP, 2002/2003.....	119
40	Produção (base seca) de folhas, caules e inflorescências do primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	120
41	Percentual médio de produção (base seca) de folhas sobre o total de fitomassa produzida por 16 plantas [folhas/ (folha + caule) no primeiro corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	122
42	Média de produção (base seca) de caules do segundo ao quinto corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	122
43	Média de produção (base seca) de folhas do segundo ao quinto corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	123
44	Média de produção (base seca) de inflorescências do segundo ao quinto corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	128
45	Percentual médio de produção (base seca) de folhas/ (folhas + caule) do segundo ao quinto corte de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	129
46	Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas e inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, em função de adubação orgânica, mineral e ausência de adubação no primeiro corte. BOTUCATU-SP, 2001.....	132

47	Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de folhas e inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, em função de adubação orgânica, mineral e ausência de adubação no primeiro corte. BOTUCATU-SP, 2001.....	134
48	Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, do segundo ao quinto cortes, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	135
49	Percentual de rendimento médio de óleo essencial de inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, do segundo ao quarto cortes, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.....	138
50	Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de folhas de <i>Ocimum selloi</i> População São Paulo, do segundo ao quinto cortes, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	140
51	Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> População São Paulo, do segundo ao quarto cortes, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.....	141
52	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas e inflorescências da população São Paulo no primeiro corte, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	142
53	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas e inflorescências da população São Paulo no segundo corte, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.....	146
54	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas e inflorescências da população São Paulo no terceiro corte, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.....	148
55	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas e inflorescências da população São Paulo no quarto corte, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.....	149
56	Composição química (média percentual) do óleo essencial de <i>Ocimum selloi</i> , das folhas da população São Paulo no quinto corte, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2003.....	150

57	Quadrados médios da composição de óleo essencial de folhas, cortes dois a cinco, <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.....	151
58	Proporção relativa dos principais componentes do óleo essencial oriundo de folhas de <i>O. selloi</i> SP, submetidos aos diferentes tratamentos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	152
59	Proporção relativa dos principais componentes do óleo essencial oriundo de folhas de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes dois a cinco. BOTUCATU-SP, 2002/2003..	153
60	Rendimento dos óleos essenciais das folhas de <i>Ocimum selloi</i> extraídos por hidrodestilação e com dióxido de carbono supercrítico (200 bar e 30° C).....	167
61	Composição química dos óleos essenciais das folhas de <i>Ocimum selloi</i> extraídos por hidrodestilação e por dióxido de carbono supercrítico (200 bar e 30° C), segundo corte, tratamentos T2 e T4, população Paraná.....	168
62	Composição química dos óleos essenciais das folhas de <i>Ocimum selloi</i> extraídos por hidrodestilação e por dióxido de carbono supercrítico (200 bar e 30° C), segundo corte, tratamentos T2 e T4, população São Paulo.....	169

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1 Croqui da área experimental.....	50
2 Dados climatológicos (temperatura média, máxima e mínima registradas no período da realização do experimento em campo de <i>Ocimum selloi</i> (21/05/2001 a 10/01/2003), Botucatu – SP.....	54
3 Dados climatológicos (precipitação pluvial) registrados no período da realização do experimento em campo de <i>Ocimum selloi</i> (21/05/2001 a 10/01/2003), Botucatu – SP.....	54
4 Dados climatológicos (umidade relativa do ar) registrados no período da realização do experimento em campo de <i>Ocimum selloi</i> (21/05/2001 a 10/01/2003), Botucatu – SP.....	55
5 Dados climatológicos (insolação) registrados no período da realização do experimento em campo de <i>Ocimum selloi</i> (21/05/2001 a 10/01/2003), Botucatu – SP.....	55
6 <i>Ocimum selloi</i> população Paraná.....	65
7 <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo.....	66
8 Médias de produção de caule (g/16 plantas) de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	76
9 Médias de produção de folhas (g/16 plantas) de <i>O. selloi</i> população Paraná em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	76
10 Percentual médio de produção de folhas/(folha + caule) de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	83
11 Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	90
12 Percentual de rendimento médio de óleo essencial de inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	90

13	Produção de óleo essencial de folhas de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	92
14	Produção (g/16 plantas) de óleo essencial de inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	94
15	Percentual de trans- β -ocimeno em folhas de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	106
16	Percentual de trans β ocimeno em inflorescências de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	106
17	Percentual de trans-cariofileno em folhas de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	107
18	Percentual de trans-cariofileno em inflorescências de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	109
19	Percentual de germacreno-D em folhas de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	109
20	Percentual de germacreno-D em inflorescências de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	110
21	Percentual de β – selineno em folhas de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	110
22	Percentual de β – selineno em folhas de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	112
23	Percentual de biciclogermacreno em inflorescências de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	112
24	Percentual de elimicina em folhas de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	114
25	Percentual de elimicina em inflorescências de <i>O. selloi</i> PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	114
26	Médias de produção de caule (g/16 plantas) de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	125

27	Médias de produção de folhas (g/16 plantas) de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	125
28	Médias de produção de inflorescências (g/16 plantas) de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	128
29	Percentual médio de produção de folhas sobre (folha + caule) de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	131
30	Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	137
31	Percentual de rendimento médio de óleo essencial de inflorescências de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a quatro.....	137
32	Produção de óleo essencial de folhas de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	140
33	Produção de óleo essencial de folhas de <i>Ocimum selloi</i> população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.....	142
34	Percentual de rendimento de metilchavicol em folhas de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	155
35	Percentual de rendimento de metilchavicol em inflorescências de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.....	155
36	Percentual de rendimento de trans-anetol em folhas de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	157
37	Percentual de rendimento de trans-anetol em inflorescências de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.....	157
38	Percentual de rendimento de trans-cariofileno em folhas de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	159
39	Percentual de rendimento de trans-cariofileno em inflorescências de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.....	159

40	Percentual de rendimento de germacreno-D em folhas de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	160
41	Percentual de rendimento de germacreno-D em inflorescências de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.....	160
42	Percentual de rendimento de β -selineno em folhas de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	162
43	Percentual de rendimento de β -selineno em inflorescências de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.....	162
44	Percentual de rendimento de biciclogermacreno em folhas de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.....	164
45	Percentual de rendimento de biciclogermacreno em inflorescências de <i>O. selloi</i> SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP 2001/2002/2003.....	164
46	Avaliação dos níveis de pH do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	172
47	Avaliação dos níveis de P do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	174
48	Avaliação dos níveis de K do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	175
49	Avaliação dos níveis de Ca do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	176
50	Avaliação dos níveis de Mg do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	176
51	Avaliação do V% do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	177

52	Avaliação do teor de matéria orgânica no solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	178
53	Avaliação do teor de Boro no solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	178
54	Avaliação do teor de cobre no solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	179
55	Avaliação do teor de ferro no solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	179
56	Avaliação do teor de manganês no solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	180
57	Avaliação do teor de zinco no solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	180
58	Quantidade de nitrogênio extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	184
59	Quantidade de fósforo extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	184
60	Quantidade de potássio extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	185
61	Quantidade de cálcio extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	185

62	Quantidade de magnésio extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetidos a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	187
63	Quantidade de enxofre extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	187
64	Quantidade de boro extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	189
65	Quantidade de cobre extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	189
66	Quantidade de ferro extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	190
67	Quantidade de manganês extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	191
68	Quantidade de manganês extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	191
69	Avaliação dos níveis de pH do solo após cada corte de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	194
70	Avaliação dos níveis de fósforo do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	194
71	Avaliação dos níveis de potássio do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.	196

72	Avaliação dos níveis de cálcio do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	196
73	Avaliação dos níveis de magnésio do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003. –SP.....	198
74	Avaliação dos níveis de V% do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	198
75	Avaliação dos níveis de matéria orgânica do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.	199
76	Avaliação dos níveis de boro do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.	199
77	Avaliação dos níveis de cobre do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	201
78	Avaliação dos níveis de ferro do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	201
79	Avaliação dos níveis de Mn do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	202
80	Avaliação dos níveis de zinco do solo após os cinco cortes de <i>O. selloi</i> população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	202
81	Quantidade de nitrogênio extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	205

82	Quantidade de fósforo extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	205
83	Quantidade de fósforo extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	206
84	Quantidade de cálcio extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	206
85	Quantidade de magnésio extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	208
86	Quantidade de enxofre extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	208
87	Quantidade de B extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	210
88	Quantidade de cobre extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.	210
89	Quantidade de Fe extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.....	211
90	Quantidade de manganês extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.	211
91	Quantidade de zinco extraída nas folhas de <i>O. selloi</i> população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.	212

1. RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência de dois níveis de adubação orgânica (25 000 e 50 000 kg. ha⁻¹ de esterco bovino curtido) e dois níveis de adubação mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 e 75 kg. ha⁻¹; Superfosfato simples-100 e 50 kg ha⁻¹, Cloreto de potássio - 210 e 105 kg ha⁻¹) em cinco épocas de corte (sazonalidade), na produção de fitomassa aérea e no rendimento e composição química do óleo essencial de duas populações: Paraná (PR) e São Paulo (SP) de *Ocimum selloi* Benth., planta nativa do Brasil, efetuando-se também, estudo comparativo do rendimento e composição química destes óleos essenciais de folhas obtidos através da técnica de hidrodestilação e dióxido de carbono supercrítico, para a melhor condição de cultivo obtida nos estudos de adubação orgânica e mineral. O experimento de cultivo em campo foi desenvolvido em área da Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) – UNESP, Botucatu –

SP. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com parcelas subdivididas no tempo (*split plot in time*), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos tratamentos de adubação, num total de quatro tratamentos e uma testemunha, e as sub-parcelas, pelos cortes. Utilizou-se propagação por sementes. Foram realizados cinco cortes por população, sendo estes efetuados aos 189, 308, 406, 490 e 592 dias após o plantio (DAP) para a população PR, e aos 203, 339, 410, 497 e 599 DAP para a população SP. O primeiro corte foi analisado separadamente dos demais, para que se padronizasse a análise do rebroto. As extrações de óleo essencial foram realizadas por hidrodestilação. As análises da composição química dos óleos essenciais foram conduzidas em cromatógrafo gasoso acoplado a espectrômetro de massas, sendo as substâncias identificadas por comparação de seus espectros de massas com o banco de dados do sistema CG-EM (Nist. 62 libr.), literatura e índices de retenção de Kovats. Realizou-se estudo comparativo da extração de óleo essencial por hidrodestilação e por dióxido de carbono supercrítico nas duas populações. Os resultados mostraram que os tratamentos orgânicos apresentaram os melhores rendimentos na produção de caules, folhas e inflorescências no primeiro corte da população PR, não apresentando diferenças significativas no rendimento de óleo essencial de folhas. Nos rebrotos (cortes 2 a 5), os tratamentos orgânicos apresentaram a maior produção de folhas e caules. As substâncias majoritárias do óleo essencial da população PR foram a elimicina, β -selineno, trans- β -ocimeno, trans-cariofileno, germacreno-D e biciclogermacreno. No primeiro corte da população SP, apenas a testemunha não apresentou resultados satisfatórios quanto à produção de caules e folhas, não havendo diferença significativa para a produção de inflorescências. A população SP apresentou maior produção de fitomassa quando comparada à população PR. Os tratamentos não influenciaram no rendimento de óleo essencial de folhas da população SP.

Nos rebrotos, os tratamentos não influenciaram na produção de caules, folhas e inflorescências, bem como no rendimento de óleo essencial de folhas. O rendimento do óleo essencial em folhas na população PR foi superior a população SP em todos os cortes. Os componentes majoritários do óleo essencial da população SP foram: metilchavicol, trans-anetol, trans-cariofileno, germacreno-D, β -selineno e biciclogermacreno. Nas duas populações, todos os tratamentos apresentaram maior rendimento de óleo essencial de folhas, quando comparados à testemunha. As populações PR e SP apresentaram os melhores resultados quanto à produção de folhas e rendimento de óleo essencial no segundo e quinto cortes, respectivamente, indicando que esta planta desenvolve-se melhor sob temperaturas mais elevadas, alta pluviosidade e alta radiação solar. Não houve influência expressiva dos tratamentos sobre a cultura (rendimento de fitomassa e do óleo essencial), apresentando os tratamentos orgânicos, uma discreta superioridade nos resultados em comparação aos tratamentos minerais, nas duas populações (PR e SP). A composição química do óleo essencial das duas populações foi influenciada pela sazonalidade. Os óleos essenciais das populações PR e SP correspondem a diferentes quimiotipos. O rendimento do óleo essencial obtido por dióxido de carbono supercrítico foi superior a técnica de hidrodestilação, apresentando, porém, os óleos essenciais, divergência no perfil fitoquímico.

MANURING AND SEASONALITY ON PHYTOMASS PRODUCTION, METHODOLOGY OF EXTRACTION, YIELD AND QUALITY OF ESSENTIAL OIL OF *Ocimum selloi* BENTH. Botucatu, 2003. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista

AUTHOR: LILIA APARECIDA SALGADO DE MORAIS

ADVISER: MÁRCIA ORTIZ MAYO MARQUES

CO-ADVISER: LIN CHAU MING

2. SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the influence of two levels of organic fertilization (25 000 and 50 000 kg. ha⁻¹ of bovine manure) and two levels of mineral fertilization (NPK - ammonium sulfate- 150 and 75 kg. ha⁻¹; simple super phosphate –100 and 50 kg. ha⁻¹, KCl – 210 and 105 kg. ha⁻¹) at five harvest times (seasonality) in the aerial phytomass production (steams, leaves and inflorescences) and the yield and chemical composition of the essential oil of leaves and inflorescences of two populations: Paraná (PR) and São Paulo (SP) of *Ocimum selloi* Benth. *O. selloi* is a native plant from Brazil. A comparative study of the yield and chemical composition of these leaf essential oils obtained through the hydrodistillation technique and supercritical carbon dioxide extraction was realized, for the best cultivation condition obtained in studies of organic and mineral fertilization. The experiment was developed in area of the Department of Plant Production, Lageado Experimental Farm, Agronomical Sciences College (FCA) – UNESP/Botucatu - SP.

The experimental design was completely randomized blocks, with split plot in time, with four repetitions. The plots were constituted by the main treatments (fertilization) and, the sub-plots, constituted by the harvest time (seasonality). Propagation for seeds was used. The cuts were made at 189, 308, 406, 490 e 592 days after the transplant (DAT) for PR population, and at 203, 339, 410, 497 e 599 DAT for SP population. The first cut was analyzed separately of the others, to standardize the analysis of the sprouting. The essential oil extractions were done by hydrodistillation. Chemical components of essential oils were analyzed by Gas Chromatography/ Mass Spectrometry. The identification of the substances was made for comparison of their mass spectra with the database of the system GC-MS (Nist. 62 libr.), literature and retention index of Kovats. Comparative study of essentials oils extraction was realized for hydrodistillation and supercritical carbon dioxide in the two populations. The results showed that the organic treatments presented best yields of production of stems, leaves and inflorescences at the first harvest of *O. selloi* from PR population, however, there was not significant differences in the leaf and inflorescences essential oil yield. At sprouting (harvests time 2 at 5), organic treatments presented the largest leaves and stems production. The essential oil CO₂ supercritical extraction resulted larger yield of essential oil than hydrodistillation extraction, however, the inverse was observed regarding the number of substances in the essential oil. The main substances of the essential oil of PR population were elimicin, β -selinene, trans- β -ocimene, trans-caryophyllene, germacrene-D and biciclogermacrene. In the first harvest of SP population, only the control treatment did not present satisfactory results to the production of stems and leaves, and no significant difference for inflorescences yield occurred. SP population presented larger phytomass production when compared to PR population. The treatments didn't influence in the yield of essential oil from

leaves from SP population. In the sprouting, the treatments didn't influence in the production of stems, leaves and inflorescences, as well as in the leaves essential oil yield. The yield of the essential oil from leaves in PR population was higher than SP population in all the harvests. The main components of the essential oil of SP population were: methylchavicol, trans-anethole, trans-caryophyllene, germacrene-D, β -selinene and bicyclgermacrene. In both populations, all the treatments presented larger leaves essential oil yield, when compared with control treatment (T1). Best results were obtained by second and fifth harvests for PR and SP populations, respectively, indicating that this species developed better under higher temperatures, high rainfall and solar radiation. It did not have expressive influence of the treatments on the culture (yield of phytomass and essential oil), showing the organic treatments a discrete superiority in the results in comparison to the mineral treatments, for both populations (PR and SP). The chemical composition of the essential oil of the two populations was also influenced by the seasonality. The essential oils from PR and SP populations, indicate different chemotypes. The extraction of essential oil by CO₂ supercritical presented larger yield of essential oil than hydrodistillation technique, presenting, however, these essential oils, different phytochemical profiles.

3. INTRODUÇÃO

O Brasil possui grande extensão de florestas e matas com enorme diversidade de espécies, gêneros e famílias de plantas, sendo que muitas destas, apresentam atividade biológica (Brown et al., 1989). Vários são os problemas como a biopirataria e o extrativismo abusivo e indiscriminado (Silva-Júnior, 1997). Sabe-se que substâncias exclusivas de plantas nativas brasileiras já foram patenteadas por empresas estrangeiras (Martins, 1998). Um dos motivos dos poucos avanços deste tipo de pesquisa é a necessidade de que a investigação científica seja interdisciplinar (Carlini, 1983; Perozin, 1989), envolvendo químicos, biólogos, farmacêuticos, engenheiros agrônomos, dentre outros (Gottlieb e Kaplan, 1993; Ming, 1997), o que nem sempre ocorre.

Entre as plantas nativas de uso medicinal do Brasil, encontra-se o *Ocimum selloi* Benth., planta da família Lamiaceae que ocorre nas regiões Sudeste e Sul

(Schmidt, 1858), utilizada como antidiarréico, antiespasmódico e antiinflamatório, propriedades comprovadas por testes pré-clínicos por Vanderlinde et al., (1994), vulgarmente conhecida como elixir paregórico ou atroveran.

O gênero *Ocimum* compreende cerca de 30 espécies (Paton et al., 1999), muitas das quais empregadas pela população como medicinais, na culinária e no controle de insetos. São espécies ricas em óleos essenciais. *Ocimum basilicum*, conhecida como manjerição, é a espécie mais popularmente utilizada, estimando-se uma produção mundial de 42,5 ton.. ano^{-1} (Grayer, 1996). Atribui-se ao estragol, um componente de seu óleo essencial, o aroma anisado desta espécie, sendo utilizado como flavorizante em alimentos e licores e na formulação de perfumes (Windholz, 1976).

Os óleos essenciais constituem um dos mais importantes grupos de matérias primas para as indústrias de alimentos, farmacêutica, perfumaria e afins. São importados por países mais desenvolvidos como matérias primas baratas, que lhes agregam valor através de purificação, destilação, preparação de derivados, isolamento de constituintes e modificações químicas. Pode-se citar como exemplo a síntese de vitamina A e vanilina a partir do citral e eugenol, respectivamente (Craveiro, 1993). São constituídos por uma mistura complexa de diversas classes de substâncias, dentre elas os fenilpropanóides, mono e sesquiterpenos, pertencentes ao metabolismo secundários das plantas.

O metabolismo secundário por sua vez pode ser influenciado, dentre outros, por fatores genéticos, climáticos (temperatura, intensidade de luz, efeito sazonal, etc.) e edáficos (Harborne, 1997).

Observa-se que, grande parte das espécies popularmente utilizadas, encontra-se próxima ao estado silvestre, mantendo forte interação com o meio ambiente.

Sendo assim, pesquisas sobre os efeitos genéticos e ambientais podem contribuir significativamente nos processos de seleção e adaptação ao cultivo das espécies medicinais (Kamada et al., 1999)

Informações sobre o efeito de condições ambientais no metabolismo secundário de plantas provêm principalmente de esforços da pesquisa para maximizar a produção de constituintes ativos de espécies medicinais e aromáticas. Como aplicação prática, avanços no sentido de compreender a influência dos fatores ambientais na regulação de biossíntese de metabólitos secundários, podem contribuir para um aumento na produção de compostos de interesse nestas espécies (Dey e Harbone, 1997).

Além da utilização de matéria-prima vegetal de boa qualidade, os rendimentos dos princípios aromatizantes e medicinais de condimentos, frutos e ervas podem ser influenciados pela metodologia de extração empregada. Tradicionalmente, os óleos essenciais são obtidos por destilação por arraste a vapor e hidrodestilação e as óleo-resinas por solventes orgânicos.

Todavia, as altas temperaturas empregadas nestes processos podem causar perdas por decomposição, pelo fato de muitas das substâncias presentes nos óleos essenciais serem termolábeis. Um exemplo clássico desta decomposição, embora neste caso benéfico, é o óleo essencial de camomila, onde uma lactona sesquiterpênica (matricina), transforma-se durante a destilação em um derivado de azuleno, denominado de camazuleno, conferindo ao óleo essencial a coloração azul, cuja substância apresenta propriedade antipirética e atividade antiinflamatória (Souza, 1991).

A extração de óleos essenciais e oleoresinas utilizando dióxido de carbono líquido e supercrítico vem sendo utilizada como técnica alternativa aos processos

convencionais, uma vez que esta metodologia minimiza os problemas de decomposição, devido à utilização de baixas temperaturas de extração; produz extratos livres de resíduos de solventes orgânicos e permite pelas alterações das condições operacionais (pressão, temperatura, vazão de solvente, etc.) aumentar o rendimento de extração e obter extratos totais ou frações enriquecidas do princípio ativo.

Apesar do uso potencial de *Ocimum selloi* como aromatizante e principalmente medicinal, pouco se sabe a respeito desta planta, tanto sob o ponto de vista fitoquímico, como agrônômico. Dessa forma, os estudos das técnicas de cultivo desta espécie e da sazonalidade na produção de fitomassa aérea, no rendimento e composição química do óleo essencial, contribuirão para o estabelecimento de parâmetros agrônômicos no manejo desta espécie. Os estudos envolvendo a extração de óleos essenciais com dióxido de carbono poderão contribuir para o aumento do rendimento do óleo essencial e/ou do rendimento de seus componentes principais, agregando valor aos mesmos.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivos:

- ❖ Estudar a influência das adubações orgânica e mineral no rendimento, composição química (qualidade) dos óleos essenciais de folhas e na produção de fitomassa aérea de duas populações de *Ocimum selloi* em várias épocas do ano;
- ❖ Efetuar um estudo comparativo do rendimento e composição química dos óleos essenciais obtidos através da técnica de hidrodestilação e dióxido de carbono supercrítico, para a melhor condição de cultivo obtida nos estudos de adubação orgânica e mineral.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Planta medicinal é toda espécie vegetal que contém em um ou mais de seus órgãos, substâncias, ou seja, princípios ativos, que possam ser usados com propósitos terapêuticos ou que sejam precursoras de semi-síntese químico-farmacêutica. Os princípios ativos não se distribuem de maneira homogênea e podem estar concentrados nas raízes, rizomas, talos, cascas, caules, folhas, sementes ou flores e o rendimento varia de acordo com a idade da planta, época do ano, solo ou clima onde a planta vive (MENTZ, 1996).

Os produtos naturais oriundos de plantas, como assim foram chamados inicialmente pelos fitoquímicos, são metabólitos secundários das plantas e até a década de 60, eram considerados substâncias sem nenhuma utilidade para as mesmas (SAITO e LUCCHINI, 1998). Estes metabólitos eram atribuídos a erros genéticos ou subprodutos inaproveitáveis do metabolismo primário (ALONSO, 1997). Este conceito começou a mudar a partir de 1959,

graças a pesquisas na área de fitoquímica e fisiologia vegetal e de estudos da interação dos compostos químicos com microorganismos fitopatogênicos e insetos predadores (ALONSO, 1997; SAITO e LUCCHINI, 1998).

Hoje, sabe-se que os metabólitos secundários podem ter papel importante na defesa contra fungos e bactérias, atuando como fitoalexinas; na relação inseto-planta, atraindo insetos polinizadores ou como repelentes e deterrentes de herbívoros, ou podem conferir maior vantagem competitiva à planta por impedir ou retardar a germinação de sementes de outras espécies (efeito alelopático), por favorecer a penetração em novos nichos ecológicos e, por possibilitar, de forma geral, os mecanismos de sobrevivência da espécie, sendo de grande importância na evolução das espécies (CRAVEIRO e MACHADO, 1986; HARBONE, 1993; ALONSO, 1997, SANTOS, 1999).

4.1. O gênero *Ocimum*

Segundo Bustamante (1993), o termo *Ocimum* é oriundo do grego “*ókimom*”, que significa perfumado, devido ao cheiro exalado por suas folhas e inflorescências.

Apresenta um grande número de sub-espécies e variedades, devido ao polimorfismo, o que dificulta bastante a indicação exata do número de espécies. Pode-se encontrar na literatura relatos de aproximadamente 160 (KHOSLA e SOBTI, 1985) e 150

espécies (BROWN, 1995). Segundo Paton *et al.* (1999), o número exato de espécies é 30, sendo este dado o mais aceito na atualidade.

Dentre todas as espécies do gênero, a espécie *O. basilicum* é a mais encontrada no mundo (BROWN, 1995). Presentes em regiões mais quentes em ambos os hemisférios, podendo ser encontradas em locais ao nível do mar até 1800 m de altitude. O maior número de espécies ocorre nas florestas tropicais da África, continente considerado centro de diversidade do gênero, assim como a Ásia e a América do Sul (PATON *et al.*, 1999; KOSHLA e SOBTI, 1985).

A matéria-prima das espécies deste gênero tem grande demanda pelas indústrias cosméticas, alimentícias e farmacêuticas, devido ao amplo interesse comercial na utilização de seus compostos em substituição aos aromatizantes artificiais (NOLASCO, 1996 citado por CHAVES, 2002). São utilizadas na medicina popular como anti-térmicos, analgésicos, estimulantes, eméticos, emenagogos (CORRÊA, 1984) antitérmicos e antiespasmódico (VANDERLINDE, 1994).

4.1.1. Óleos Essenciais do Gênero *Ocimum*

Segundo a ISO (International Standard Organization), óleos voláteis são produtos oriundos de partes de plantas, obtidos por destilação por arraste a vapor, sendo, de uma maneira geral, misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas e geralmente líquidas e odoríferas. São também conhecidas por essências, óleos etéreos ou óleos essenciais,

por apresentarem odor e aspecto oleoso em temperatura ambiente. Difere dos óleos fixos, principalmente, devido à volatilidade dos seus componentes (SIMÕES e SPITZER, 1999).

Devido a grande diversidade química que ocorre entre as espécies deste gênero, o surgimento de quimiotipos ou raças químicas, tornou-se fato comum (HEGNAUER, 1982), sendo estes termos encontrados na literatura como sinônimos (MARTINS, 1996). De acordo com Hay e Svoboda (1993) e Hegnauer (1982), o termo quimiotipo caracteriza populações quimicamente distintas, pertencentes a uma mesma espécie. Figueiredo-Ribeiro *et al.* (1978), descreve que o termo quimiotipo deve ser utilizado apenas quando há diferenças na composição do óleo essencial. Havendo diferenças morfológicas entre as populações analisadas, estas devem ser classificadas, separadamente, como variedades botânicas.

O processo de formação destas populações é longo, devendo-se conduzir investigações com o intuito de se certificar se estas diferenças realmente caracterizam quimiotipos ou variedades botânicas, visando demarcação e mapeamento das áreas de distribuição, buscando a compreensão da evolução da planta no aspecto químico (HEGNAUER, 1982). O número real de quimiotipos é desconhecido, em função da grande influência que exercem os fatores bióticos e abióticos na composição dos óleos essenciais (HAY e SVOBODA, 1993). Segundo Franz (1993), ações como a padronização do horário de colheita, bem como da parte colhida, o cultivo sob condições ambientais semelhantes, padronizam a composição química do óleo essencial, facilitando a classificação correta das populações. É válido ressaltar que apenas os compostos majoritários devem ser considerados no processo de diferenciação química intraespecífica, atuando como marcadores químicos.

4.1.2. Principais Componentes dos Óleos Essenciais do Gênero *Ocimum*

Os óleos essenciais das espécies do gênero *Ocimum* apresentam diversos componentes importantes para o seu aroma e atividade biológica, tais como estragol ou metilchavicol (nematicida, inseticida, farmacológica e aromatizante), eugenol, metileugenol (hipoanalgésico, inseticida, fungicida), citral, linalol, geraniol, timol, cinamato de metila, farnesol, borneol, safrol, dentre outros, cuja demanda é muito grande para a fabricação de produtos farmacêuticos, alimentícios e de perfumaria (GUPTA, 1994). A maioria dos óleos essenciais é constituída de derivados de fenilpropanóides ou terpenóides, sendo os últimos, encontrados com maior frequência (SIMÕES e SPITZER, 1999).

O termo terpenóide é empregado para designar todas as substâncias que derivam do isopreno, composto derivado do ácido mevalônico, que apresenta cinco átomos de carbono, designadas unidades isoprênicas. A união destas unidades isoprênicas origina os monoterpenos (duas unidades isoprênicas, totalizando dez átomos de carbono) e sesquiterpenos (três unidades isoprênicas, total de quinze átomos de carbono), constituintes abundantemente encontrados nos óleos essenciais (SIMÕES e SPITZER, 1999).

O ocimeno é um monoterpeno acíclico, encontrado em espécies como *Ocimum basilicum* e *O. gratissimum*, porém, em pequenas quantidades. Apresenta atividade antibacteriana, sendo o cis-ocimeno mais eficaz (GUENTHER, 1972; DEANS e SVOBODA, citados por DEANS e WATERMAN, 1993).

Outros monoterpenos muito encontrados no gênero *Ocimum* são o linalol, o geraniol e a cânfora (CRAVEIRO et al., 1981).

O trans-cariofileno é um sesquiterpeno muito freqüente em gêneros da família Labiatae, como por exemplo, *Salvia*, *Thymus*, *Mentha* e *Ocimum*, sendo utilizado na indústria cosmética e de perfumaria (GUENTHER, 1972).

Outros sesquiterpenos encontrados no gênero *Ocimum* são o germacreno-D, encontrado no óleo essencial de *O. selloi* (MORAIS et al, 2002), o α -humuleno e o β -selineno (CRAVEIRO et al., 1981).

A estrutura dos fenilpropanóides apresenta um anel aromático e uma cadeia lateral composta por três átomos de carbono, que apresenta uma dupla ligação, podendo ter um grupo funcional com o oxigênio (WATERMAN, 1993 citado por MARTINS, 1996). Formam-se a partir do ácido chiquímico, que vai formar as unidades básicas do ácido cinâmico e *p*-cumárico. Após reduções enzimáticas, produzem os propenilbenzenos e/ou alilbenzenos e, por meio de oxidações com degradação das cadeias laterais, derivam aldeídos aromáticos. As ciclizações enzimáticas intramoleculares, vão originar as cumarinas (SIMÕES e SPITZER, 1999).

O estragol, também denominado metilchavicol, é um composto que confere aroma anisado a algumas plantas, à semelhança do anetol, outro fenilpropeno sendo utilizado como odorizante na indústria de perfumes, cosméticos e alimentos (WINDHOLZ, 1976). Este produto pode ainda ser facilmente convertido a anetol, um isômero de maior valor comercial.

O sabor do eugenol é pungente e com odor de cravo. Muito usado em perfumaria, indústrias de aromas, podendo ser utilizado como aromatizante em indústrias alimentícias. Apresenta atividade anestésica para fins odontológicos (CRAVEIRO et al., 1981)

e antifúngica, sobre *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*, em baixas concentrações (THOMPSON, 1989).

O metileugenol é utilizado na indústria de perfumes, devido à semelhança de seu aroma ao cravo. Apresenta odor mais suave que o eugenol, sendo utilizado na indústria para modificá-lo (GUENTHER, 1972).

Sobti e Pushpangadan (1982) pesquisaram a composição química do óleo essencial, percentual dos componentes majoritários, e teor de óleo essencial em diferentes variedades e raças da espécie *Ocimum basilicum*. No *O. basilicum* var. *mimima*, foi encontrado 50% de geraniol, 30% de eugenol, em teor de óleo de 0,8 a 2,0%. No *O. basilicum* var. *purpurascence*, obteve-se 65% de metil cinamato, com teor de óleo variando de 2 a 3,5%. A espécie *O. basilicum* var. *crispa*, apresentou até 60 % de metilchavicol, 30% de linalol com teor de óleo oscilando entre 0,8 a 2,0%. Na espécie *O. basilicum* var. *glabratum* (raça 1) os compostos majoritários foram metilchavicol (40 a 50%) e linalol (25 %), com percentual de rendimento de óleo variando de 0,9 a 2,5. A raça 2 apresentou o eugenol como o composto majoritário, em percentual de 20 a 40 % e o rendimento de óleo oscilando entre 0,6 e 2,0%;. Já a raça 3, teve como componente principal a cânfora (15%) e rendimento de óleo variando de 1,6 a 3,0%.

Em 1974, Darrah descreveu as composições de óleo essencial entre algumas espécies de *Ocimum*, destacando *O. canum*, que apresenta maior teor de citral, cânfora e metil cinamato, *O. sanctum*, apresentando maior percentual de citral, eugenol e metilchavicol e, *O. basilicum*, enfatizando a grande variabilidade na composição do óleo, ressaltando a presença de linalol, eugenol e metilchavicol.

Analisando a composição de óleo essencial de *O. basilicum*, Antonelli et al. (1978), observaram a presença de linalol (15%), eugenol (12%), α -cadineno (10%), trans-metil-cinamato (9%), α -bergamoteno (7%), 1,8-cineol (5%) e estragol (5%). Ressaltam que esta composição difere da descrita na literatura.

Em estudos realizados com o óleo essencial de folhas, flores e caules de *Ocimum micranthum* Willd., Charles et al. (1990), relataram que estes apresentaram, respectivamente, 1,54, 0,63 e 0,08% de rendimento de óleo.

Vieira e Simon (2000) estudaram a composição química de óleos essenciais de espécies cultivadas de três acessos de *O. basilicum*, um de *O. americanum* L., três de *O. campechianum*, cinco de *O. gratissimum* L. e dois de *O. selloi* Benth., totalizando quatorze acessos, sendo estes utilizados na medicina popular. A coleta se fez quando as plantas se encontravam em pleno florescimento, sendo o óleo essencial, extraído utilizando-se a técnica de hidrodestilação. A análise da composição química do óleo essencial extraído, apresentou como constituintes majoritários, em *O. basilicum*, o 1,8 cineol, linalol, metilchavicol e cinamato de metila, com percentuais de 22%, 49,7%, 47% e 65,6% respectivamente. O *O. americanum* apresentou alto percentual de cinamato de metila, presente em mais de 90% da composição do óleo, enquanto que o *O. campechianum* apresentou alto teor de 1,8-cineol (62%) e β -cariofileno (78,7 %). *O. gratissimum* L apresentou alto teor de timol (31%) e eugenol (44 – 66%). Os acessos de *O. selloi* Benth. apresentaram o metilchavicol como composto majoritário (aproximadamente 40%)

4.2. A Espécie *Ocimum selloi* Benth.

A classificação botânica da espécie *Ocimum selloi* Benth., segundo Vidal e Vidal (2000) encontra-se descrita a seguir:

Divisão: Angiospermae

Classe: Dicotyledoneae

Subclasse: Asteridae

Ordem: Lamiales

Família: Labiales (Lamiaceae)

Gênero: *Ocimum*

Espécie: *Ocimum selloi* Benth.

A família Labiales apresenta grande importância devido à variedade de componentes dos óleos essenciais de suas espécies (Morhy, 1973). Segundo o mesmo autor, *Ocimum selloi* Benth. é uma planta herbácea, **perene**, que atinge 1,20 m de altura, florescendo ao longo de todo o ano. Schmidt (1858), citado por Martins (1998), descreve *Ocimum selloi* Benth. como uma planta **anual** herbácea, pertencente à família Lamiaceae, que ocorre nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.

O conflito de informações pode ser devido a diferenças no manejo, ou, por se tratar de variedades ou cultivares diferentes.

Propaga-se facilmente por estaquia, com enraizamento rápido de fragmentos de caule submersos na água (MORHY, 1973).

Trata-se de uma espécie nativa do Brasil, pouco conhecida do ponto de vista químico e com potencial de uso medicinal, assim como produtora de óleo essencial. Tem largo uso na medicina popular, sendo vulgarmente conhecida como elixir paregórico nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, como anis e alfavaquinha em Minas Gerais e atroveran em São Paulo. Estes termos populares se referem às suas propriedades farmacológicas (por ter uso semelhante ao medicamento comercialmente conhecido como elixir paregórico), químicas (anis, pela semelhança de odor com os aquênios de *Pimpinella anisum* ou *Foeniculum vulgare*, erva doce e funcho, respectivamente) e à semelhança com outras espécies do gênero *Ocimum* (MARTINS, 1998). Tem sido utilizada como antidiarréico, antiespasmódico e antiinflamatório. Estas propriedades foram observadas em testes pré-clínicos (VANDERLINDE et al., 1994).

O óleo essencial de *Ocimum selloi* fora submetido à análise olfativa por Morhy, (1973), relatando que “olfativamente, o óleo lembra bastante o estragon, sendo portanto adocicado, anisado e herbáceo, esta última nota tendendo vagamente para “Celery”. Estas características, somadas à facilidade de cultivo da planta e ao rendimento da destilação, conferem a este óleo, interesse industrial”. Neste mesmo trabalho o autor submete o óleo obtido por destilação por arraste a vapor a análise em cromatógrafo a gás, obtendo como compostos principais, o metilchavicol (51,1%), cis-anetol (1,7%) e trans-anetol (46,5%), sendo encontrados em pequenas quantidades o cineol, anisol e anisaldeído. Foram observados rendimentos maiores em inflorescências, quando comparadas às folhas, não sendo notada presença significativa de óleo em caules.

Amostras de folhas e inflorescências de *O. selloi*, cultivadas em Botucatu-SP, colhidas em junho de 2000 e janeiro de 2001 demonstraram um rendimento de

óleo essencial nas folhas de 0,25% (junho/00) e 0,20% (janeiro/01), tendo-se por compostos majoritários o metilchavicol (24,14% e 29,96%), cis-anetol, (3,95% e 2,96%) e trans-anetol, com proporção relativa de 45,42% e 58,59% respectivamente. As inflorescências apresentaram os mesmos compostos principais, com proporção relativa de 27,10%, 4,54% e 41,34% respectivamente para metilchavicol, cis-anetol e trans-anetol. Houve maior rendimento de óleo nas inflorescências (0,6%). A presença de trans-anetol na composição do óleo essencial como composto majoritário indica que esta constitui um quimiotipo diferente dos descritos na literatura (MORAES et al., 2002). A rota metabólica e as estruturas das substâncias encontram-se nos **apêndices**.

Em estudos sobre a composição química do óleo essencial de folhas de duas amostras de *Ocimum selloi*, sendo a primeira oriunda de população espontânea, coletada no Paraná e a segunda, oriunda do mesmo acesso, porém, cultivada em Botucatu, Morais et al. (2002), observaram a ausência de anetol em ambas as amostras. O óleo essencial da amostra 1 apresentou como substância majoritária, a elimicina (43,66%), pertencente à classe dos fenilpropanóides, como o anetol, sendo esta a primeira citação da literatura referente à presença de elimicina no óleo essencial de *Ocimum selloi*. A amostra 2, também apresentou a elimicina, porém, em uma concentração inferior (15,28%) à amostra 1, tendo como composto majoritário o germacreno-D (19,32%), substância pertencente à classe dos sesquiterpenos. Segundo os autores, a diferença no teor de elimicina pode ser devida ao fato de a planta cultivada, não estar ainda adaptada as condições edafo-climáticas do novo ambiente no qual se encontra.

Martins (1998) realizou a caracterização isozimática, morfologia e análise da composição química dos óleos essenciais das inflorescências e caules jovens com

folhas de *O. selloi* oriundas de dois acessos (A e B), sendo estes submetidos às mesmas condições de cultivo. O autor comprovou ser o estragol (metilchavicol) o principal componente do óleo essencial do acesso A e o metileugenol no acesso B, notando-se a ausência do estragol neste último acesso. No óleo essencial do acesso A, foi notada a presença do metileugenol, porém em pequenas concentrações. Outros compostos foram identificados em ambos os acessos, sendo estes o bergamoteno, germacreno-B, *E*-ocimeno (presente apenas na inflorescência do acesso B), *E*-cariofileno, epóxido de bisabolenol (presente apenas na inflorescência do acesso B), α -humuleno, biciclosesquifelandreno, trans-cariofileno e β -bisabolenol. As inflorescências proporcionam maior conteúdo de óleo essencial que as folhas e caules jovens, assim como também se observou uma maior concentração de óleo essencial pela manhã.

4.3. Extração de Produtos Naturais por Tecnologia Supercrítica

Na indústria de alimentos, o processo de extração de óleos era feito tradicionalmente por meio de vapor ou por solventes líquidos. Várias pesquisas vêm sendo realizadas utilizando-se gases pressurizados como solventes em busca de produtos finais com menor custo energético e alto grau de pureza (MC HUGH e KRUKONIS, 1986).

A extração supercrítica vem sendo largamente utilizada em matéria-prima vegetal para a extração de produtos naturais, originando grande número de patentes nesta área, sendo utilizado em vários processos industriais (SUTTER et al., 1994):

descafeinação de café (General Foods/EUA- 22.000 ton/ano), extração de lúpulo e especiarias (SKW-Trosberg AG/HEG/Alemanha – 10.000 ton/ano), extração de corantes de pimenta (Fuji Flavor/Japão – desconhecida), etc.

O conceito básico da extração supercrítica foi introduzido há aproximadamente cem anos, porém, o maior interesse por esta técnica data da década de 70, quando houve necessidade de atender as exigências do mercado da época (WILLIAMS, 1981).

O processo de extração com fluido supercrítico (EFSC), ou apenas extração supercrítica, é uma técnica que explora o poder de solvatação de fluidos supercríticos sob pressões e temperaturas muito próximas do ponto crítico (WILLIAMS, 1981). Segundo Meireles e Nikolov (1994), o termo fluido supercrítico designa um fluido acima da pressão e temperatura crítica; o termo líquido supercrítico refere-se a fluidos acima da pressão e abaixo da temperatura crítica, assim como líquido subcrítico, é utilizado para designar um fluido ligeiramente abaixo da pressão.

O solvente supercrítico mais utilizado é o dióxido de carbono, pelo fato de o mesmo ser atóxico, não corrosivo, não inflamável e de baixo custo. Quando comparado aos solventes líquidos, o fluido supercrítico apresenta maior difusividade, facilitando sua penetração em matrizes sólidas, ocasionando taxas de transferências de massas mais elevadas. Apresentam alta densidade e baixa viscosidade cinemática, possibilitando maior eficiência no processo de dissolução (DEBENEDETTI e REID, 1986).

Para a extração de óleos essenciais, torna-se necessária a utilização de uma coluna de extração líquido-líquido clássica, altamente adaptada a altas pressões. A matéria prima líquida é injetada para dentro da coluna, mantendo-se um fluxo contra-corrente de dióxido de carbono supercrítico. Parâmetros de temperatura, pressão e recirculação são

selecionados, visando a obtenção de melhores resultados. Além dos óleos essenciais, este processo permite a extração, como por exemplo, de sucos de frutas concentrados, sucos vegetais, desodorização de óleos fixos, na indústria de alimentos e nas extrações de meios de cultura fermentativos (MAUL et al., 1996).

Como todo processo, este também apresenta vantagens e desvantagens. Dentre as vantagens, destacam-se a utilização de solventes gasosos a pressão normal e temperatura ambiente, o que significa que estes podem ser facilmente eliminados, não deixando resíduos, sendo ainda recuperados no fim do processo. A maioria dos gases utilizados é inerte, sendo utilizadas baixas temperaturas, garantindo um produto final de maior qualidade, devido, dentre outros fatores, a menor ocorrência de hidrólises, oxidações e alterações térmicas. Estes aspectos, principalmente a temperatura, são de extrema importância quando se trata de extração de óleos essenciais. Com isto, obtêm-se extratos mais representativos dos óleos essenciais originais, mantendo-se as frações mais leves. (MAUL et al., 1996).

Os recentes desenvolvimentos de extração de óleos essenciais e óleo-resinas com dióxido de carbono têm demonstrado inúmeras vantagens deste processo em relação às metodologias convencionais (destilação por arraste a vapor, hidrodestilação e solventes orgânicos), por exemplo, minimizando os problemas de degradação das substâncias termolábeis, comum em óleos essenciais e óleo-resinas, e resíduo de solventes (SARGENTI e LANÇAS, 1994; FERREIRA et al., 1993).

As desvantagens deste processo consistem, principalmente, no alto custo. O processo de extração supercrítica consiste na colocação da matéria-prima a ser extraído em um recipiente cilíndrico, com bases porosas e levado à câmara de extração.

Seleciona-se a pressão e a temperatura de acordo com o produto a ser extraído. O gás supercrítico circula através da matéria-prima, até que se dissolvam as frações desejadas. Completa a extração, a solução é transferida para um separador, onde se mantém a pressão abaixo do ponto crítico. O CO₂ torna-se gasoso e começa a perder a sua capacidade de solvatação, em um lento processo. ocorre então a precipitação do soluto, que é coletado. O CO₂ em estado gasoso, circula por um trocador de calor, onde é refrigerado, comprimido e liquefeito. Este gás, agora no estado líquido, retorna para o aquecedor podendo ser novamente utilizado em outras extrações (MAUL et al., 1996).

Estudos visando a comparação da composição química dos extratos de gengibre (*Zingiber officinale*) obtidos com solventes orgânicos (etanol, isopropanol) e dióxido de carbono líquido (NÓBREGA et al., 1997), demonstraram que os gingeróis, compostos antioxidantes e responsáveis pela pungência da oleoresina do gengibre, foram obtidos a partir de 6 horas de extração com os solventes orgânicos e no dióxido de carbono com 2 horas de extração.

Rodrigues et.al., (1997), avaliaram o rendimento e a composição química do óleo essencial de cravo - da - índia (*Eugenia caryophyllus*) em função da pressão e vazão do dióxido de carbono (66bar/2.60 e 0.55 gCO₂/min; 72 bar/1.59 e 0.66/ gCO₂/min). O maior rendimento do extrato (17,5%) e rendimento de eugenol (90,8%), principal componente do óleo essencial e utilizado como anti-séptico, foi obtido na pressão de 72 bar e vazão de 1.59 gCO₂/min.

Investigando a composição química do óleo essencial de três espécies do gênero *Ocimum*, submetidos à extração supercrítica e hidrodestilação, Elizabeth e Amparo (1999), concluíram que o teor de linalol do óleo essencial oriundo de hidrodestilação foi maior

que o obtido por extração supercrítica, ressaltando para a possibilidade de degradação dos compostos finais durante o processo de hidrodestilação. Com a extração supercrítica, obteve-se uma maior concentração de compostos com maior peso molecular.

Simándi et al. (1999), analisaram quantitativa e qualitativamente o óleo essencial de sementes de funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.) extraído por CO₂ supercrítico. Foram realizadas três frações subseqüentes para cada amostra, nas quais foram alteradas a temperatura e a pressão e, conseqüentemente, o tempo de extração. Os autores observaram que a composição do óleo essencial foi alterada em função do tempo de extração, encontrando-se, na terceira fração, apenas os componentes majoritários, sendo a primeira fração (80 84 bar; 31 – 35°C) a mais completa. O resultado da avaliação sensorial mostrou que o óleo da primeira fração apresentou odor e sabor mais agradável que as demais.

No mesmo trabalho, os autores compararam o rendimento do óleo essencial obtido por extração supercrítica, por destilação por arraste a vapor e por solventes orgânicos (etanol e hexano) em aparelho Soxhlet. O menor rendimento de óleo foi obtido com a técnica de destilação por arraste a vapor (3%), seguida da extração supercrítica (10%), da extração com hexano (10,6%). O melhor rendimento foi obtido na extração com o etanol (15,4%). O óleo obtido por destilação por arraste a vapor apresentou menor teor de compostos majoritários que o óleo obtido nas demais extrações. Os óleos extraídos foram submetidos à análise sensorial, sendo que os produtos oriundos da extração supercrítica e destilação por arraste a vapor, apresentaram odor e sabor mais intenso.

Stefanini et al. (2003), analisaram o rendimento do óleo essencial de sementes de funcho (*Foeniculum vulgare* Mill.) em três estádios de desenvolvimento (verde, seca e madura), submetidas à extração por CO₂ supercrítico e hidrodestilação. O rendimento

de óleo obtido por CO₂ supercrítico foi 234%, 155% e 264% maior, em sementes verdes, maduras e secas, respectivamente, quando comparado ao rendimento do óleo obtido por hidrodestilação.

Análises comparativas realizadas entre as metodologias de extração de óleo essencial por hidrodestilação, destilação por arraste a vapor, solvente orgânico e por CO₂ líquido, em folhas, caules e inflorescências de *Ocimum kilimandscharicum*, *O. micranthum* e *O. basilicum*, demonstraram que não houve diferença significativa quanto à composição do óleo entre os diferentes métodos de extração, dentro da mesma espécie e parte da planta, sendo, porém, observadas diferenças em rendimento. O arraste a vapor apresentou rendimento maior quando comparado a hidrodestilação (CHARLES e SIMON, 1990).

Francisco et al. (2001), analisaram o óleo essencial de folhas de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. e *E. radiata*, obtido por hidrodestilação e por CO₂ supercrítico, sob diferentes níveis de pressão (80, 100, 150, 200 e 250 bar) e temperaturas (40 e 60 ° C). O óleo essencial obtido por hidrodestilação mostrou altas concentrações de 1,8 cineol (43,4%), α -pineno (5,5%), β -pineno (3,4%), ρ -cimeno (5,2%), γ -terpineno (3,9), terpineno-4-ol (3,1%) e α -terpineol para a espécie *E. camaldulensis*. Os óleos essenciais extraídos por CO₂ supercrítico apresentaram maior teor de allo-aromadendreno (5,5%) e globulol (5,1%). O óleo de *E. radiata* mostrou um alto teor de 1,8 cineol (86,51%) obtido a pressão de 80 bar e temperatura 60° C, quando comparado ao teor obtido por hidrodestilação (76,36%), porém, o rendimento de óleo essencial obtido por dióxido de carbono (3,8%) foi menor que o obtido por hidrodestilação (76,36%).

4.4. Nutrição de plantas medicinais

Embora o nível de metabólitos secundários seja geneticamente controlado, a quantidade e a concentração destes compostos está diretamente relacionada com as condições ambientais do local onde se encontra a cultura. Dentre estes fatores, destacam-se a luminosidade, temperatura, latitude, solo, macro e micronutrientes e a disponibilidade hídrica. A produção de biomassa e de princípios ativos apresenta diferentes respostas de acordo com o preparo do solo, época de plantio, fertilização, irrigação, espaçamento, uso de defensivos, técnicas de colheita e pós - colheita (PALEVITCH, 1987).

De acordo com Corrêa Jr et al. (1994), Malavolta (1979) e Haag (1987), as plantas superiores necessitam de energia solar, armazenadas na forma de compostos de energia, como ATP e NADPH, CO₂, água, e de nutrientes. Hoje em dia, são conhecidos dezessete elementos essenciais ao crescimento dos vegetais, pois desempenham funções vitais no o desenvolvimento das plantas, sendo estes o carbono, o oxigênio e o hidrogênio, provenientes do ar e da água, e os nutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (macronutrientes), boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco (micronutrientes). Todos estes nutrientes provém do solo, com exceção do nitrogênio, que, primeiramente, passa pelo processo de fixação. As funções de cada nutriente nas plantas estão descritas na **TABELA 1**.

TABELA 1: Função dos macro e micronutrientes nas plantas

Nutriente	Função
Macronutrientes	
Nitrogênio	Importante no metabolismo como composto. Responsável pelo crescimento da parte aérea (fase vegetativa)
Fósforo	Armazenamento e transferência de energia. Responsável pela floração e frutificação (fase reprodutiva)
Potássio	Abertura e fechamento dos estômatos, síntese e estabilidade de proteínas, relações osmóticas e síntese de carboidratos. Responsável pelo crescimento do sistema radicular e resistência às doenças.
Cálcio	Ativação enzimática, absorção de íons, formação da parede celular e permeabilidade (manutenção da integridade da membrana plasmática). Responsável pelo crescimento das raízes e pela fecundação.
Magnésio	Ativação enzimática (co-fator de várias enzimas), estabilidade dos ribossomos, fotossíntese e faz parte da composição da clorofila.
Enxofre	Grupo ativo de enzimas e co-enzimas. Responsável pela síntese da clorofila e absorção do gás carbônico.
Micronutrientes	
Boro	Transporte de carboidratos e coordenação de fenóis. Responsável pelo desenvolvimento de raízes, frutos e sementes.
Cloro	Responsável pela decomposição da água na fotossíntese.
Cobre	Enzimas e fotossíntese. Responsável pela respiração, síntese da clorofila.
Ferro	Grupo ativo em enzimas e transportadores de elétrons. Responsável pela respiração, síntese de clorofila e fixação do nitrogênio.
Manganês	Fotossíntese, metabolismo de ácidos orgânicos. Responsável pela absorção do gás carbônico.
Molibdênio	Responsável pela fixação do N_2 e pela redução do NO_3^-
Zinco	Enzimas. Responsável pela produção e maturação de sementes.

FONTE: Malavolta (1979); Corrêa Jr. et al. (1994) adaptado.

Segundo Martins et al. (1995), dentre todos os fatores que podem interferir nos princípios ativos de plantas, a nutrição é um dos que requerem maior atenção, pois o excesso ou a deficiência de nutrientes pode estar diretamente correlacionado à variação na produção de substâncias ativas. Alguns exemplos destas variações foram descritos pelos autores: o déficit de nitrogênio pode provocar redução no teor de alcalóides em lobélia (*Lobellia inflata*), sendo observada ação inversa para papoula (*Papaver somniferum*) e beladona (*Atropa belladonna*), as quais apresentaram aumento no teor de morfina e atropina. O fósforo também contribui para o aumento da concentração de atropina, assim como do teor de óleos essenciais em coentro (*Coriandrum sativum*) e funcho (*Foeniculum vulgare*), porém, o seu déficit no solo reduz a concentração de cumarinas em chambá (*Justicia pectoralis* var *stenophylla*), tendo como efeito mais prejudicial, a redução na produção de fitomassa, gerando uma redução na produção global do princípio ativo. Corrêa Jr. et al. (1994), afirmam que, a deficiência de magnésio pode causar uma sensível diminuição na formação de princípios ativos de um modo geral, devido à diminuição da clorofila e, conseqüentemente, da taxa de fotossíntese.

De acordo com Capellari Jr. (1995), o único tipo de adubação aceita no cultivo de plantas medicinais é a orgânica. A adubação orgânica tem sido recomendada para plantas medicinais como parte de uma série de práticas da agricultura orgânica nas suas diversas correntes, que são sintetizadas nas normas técnicas da “Associação de Agricultura Orgânica” (AAO), sendo recomendados de 3 a 5 kg m⁻² de composto orgânico ou esterco de curral curtido. Deve-se evitar o uso de compostos a base de lixo urbano, pois estes podem conter resíduos de metais pesados, o que afetaria a qualidade final das plantas (Martins et al., 1995).

Segundo Box (1973), as plantas medicinais oriundas de cultivo orgânico são mais resistentes a pragas e doenças, reduzindo-se a necessidade de controle fitossanitário. A utilização de agrotóxicos em plantas medicinais pode causar interferência na composição das substâncias ativas, chegando, em algumas situações, a inviabilizar o uso da planta para fins medicinais.

Em estudo de problemas e vantagens da adubação mineral em plantas medicinais, Vömel (1984), cita que grande atenção vem sendo direcionada à agricultura orgânica. Os adeptos deste tipo de cultivo afirmam que, nas plantas medicinais, o padrão de qualidade é superior quando são coletadas em áreas nativas ou produzidas em solos fertilizados organicamente. Ainda segundo o mesmo autor, as plantas utilizadas para fins terapêuticos, necessitam de aplicação de fertilizantes minerais, adicionalmente, para que se obtenha uma maior concentração e produção de princípios ativos, porém, deve-se avaliar as necessidades nutricionais da planta, a relação entre a concentração de nutrientes presentes no solo e no adubo a ser utilizado, estágio de desenvolvimento da planta, dentre outros fatores bióticos e abióticos.

A prática da adubação orgânica, além de fornecer nutrientes às plantas, proporciona melhoria da estrutura física do solo, aumenta a retenção de água, diminui as perdas por erosão, favorece o controle biológico devido a maior população microbiana e melhora a capacidade tampão do solo (LOPES, 1989). O adubo orgânico também aumenta a capacidade de troca catiônica, eleva o pH, reduzindo o teor de alumínio trocável (PRIMAVESI, 1982). Segundo Corrêa Jr et al (1994), os adubos orgânicos e verdes, associados a práticas de agriculturas naturais, apresentam um maior potencial de resposta

econômica, devendo-se utilizar adubos minerais apenas quando a análise do solo demonstrar baixos teores de nutrientes.

Em trabalhos realizados com adubação orgânica em *Lippia alba*, Ming (1992), relatou um aumento na produção de biomassa a medida que se incorporava ao solo, doses crescentes de esterco, apresentando porém, uma relação inversa quanto ao teor de óleo essencial. Estes resultados diferem dos apresentados por Scheffer (1991) que, em estudos realizados com adubação orgânica em *Achillea millefolium*, relata um aumento na produção de biomassa assim como no rendimento de óleo essencial em função da dose utilizada.

Estudando o efeito da cama - de - aviário semi-decomposta (2 kg m^{-2}) sobre a produção de matérias frescas e secas de parte aérea de hortelã branca (*Mentha* cf. *longifolia* Huds.) e hortelã comum (*Mentha* x *villosa* Huds.), Vieira et al. (2002), observaram que na espécie *M. cf. longifolia* houve o maior rendimento de fitomassa, sendo que a cama -de - aviário proporcionou um aumento no rendimento de fitomassa em ambas as espécies, quando comparada à testemunha (sem adubação), apenas no primeiro corte.

Chaves (2002), avaliou o efeito de doses crescentes (0, 4, 8 e 12 kg m^{-2}) de adubo orgânico (esterco de poedeira) e da época de corte (outono, inverno, primavera e verão) no rendimento de fitomassa aérea e no rendimento e composição do óleo essencial de folhas e inflorescências de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*). Os resultados obtidos demonstraram que não houve interferência no rendimento de óleo essencial em função das doses de adubo, observando-se incremento no rendimento de óleo essencial oriundo das plantas coletadas no verão. A composição do óleo essencial teve alterações em função da variação climática, apresentando as folhas, como componente majoritário, o eugenol no verão, e o β -selineno e trans-cariofileno no inverno. As inflorescências apresentaram o 1,8-cineol

como principal composto, com níveis baixíssimos de eugenol, sendo o teor do primeiro menor no outono. A produção de fitomassa aérea respondeu positivamente à adubação orgânica, havendo aumento na produção de folhas, caules e inflorescências em função do aumento das doses aplicadas.

Estudos com adubação orgânica e mineral em carqueja (*Baccharis trimera*) com esterco de curral (0, 15 e 30 ton.ha⁻¹) e formulação NPK 4-14-8 (0, 300, 600 kg.ha⁻¹), demonstraram um aumento de peso fresco, seco e altura de planta na produção por planta nos tratamentos orgânicos, não havendo influência de nenhum dos tratamentos testados no rendimento de óleo essencial (DIAS e CAMARGO,1996).

O rendimento de fitomassa e de mucilagem de tanchagem (*Plantago major* L.) submetida a adubação orgânica, mineral e organo-mineral foi avaliado por Blanco (1998). Maiores rendimentos de fitomassa foram obtidos com a adubação organo-mineral, seguida pela adubação orgânica. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, quanto à produção de mucilagem.

Avaliando a plasticidade fenotípica do óleo essencial em acessos de *Ocimum basilicum* L., sendo estes manjerição branco, manjerição roxo e basilicão, Kamada et al (1999), utilizaram-se de quatro tratamentos sendo estes: ausência de adubação; adubação orgânica (esterco de curral curtido); adubação mineral e adubação organo-mineral. No tratamento sem adubação, houve aumento do óleo essencial do manjerição branco, gerando redução na quantidade de massa seca necessária para a obtenção da quantidade efetiva do princípio ativo. O basilicão apresentou maior rendimento de óleo quando submetido à adubação orgânica, enquanto que o manjerição roxo não apresentou diferença significativa no rendimento de óleo entre os tratamentos. O tratamento com adubação mineral e a testemunha

apresentaram o menor teor de terpinoleno no manjeriço branco (19,29%) e no manjeriço roxo (20%), respectivamente. Os resultados obtidos demonstraram que os efeitos ambientais foram os responsáveis pelas variações do aspecto quantitativo do óleo, alterando o teor e a concentração de seus principais componentes, possibilitando a ocorrência de mudanças na aptidão fitoterápica da planta.

Em trabalhos com mentrasto (*Ageratum conyzoides*), Ming (1996), não observou diferenças significativas na produção de fitomassa (caule e planta inteira), bem como no teor de óleo essencial, quando estas foram submetidas a tratamentos com adubação orgânica (esterco de curral curtido), mineral (NPK 4 – 14 - 8) e calagem.

A interferência das adubações mineral e orgânica na produção de capítulos florais de camomila (*Chamomilla recutita*) e produção de óleo essencial foi avaliada por Corrêa Jr. (1998). O autor observou que o adubo verde (*Mucuna aterrina* + *Crotalaria spectabilis*) causou maior rendimento de camazuleno. Não foi observada diferença significativa na altura de planta, produção total de capítulos florais nem no teor de óleo essencial entre os tratamentos, sendo esta diferença observada apenas entre as colheitas.

Estudo comparativo dos efeitos da adubação mineral (NPK + micronutrientes) aplicado sob a forma de spray foliar e adubação orgânica (esterco de curral curtido) sobre *Melissa officinallis*, Shalaby et al., (1993) concluíram que os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos orgânicos, seguido do tratamento organo-mineral, observando-se aumento no rendimento de fitomassa seca, número de glândulas secretoras e rendimento de óleo essencial. Relataram também que todos os tratamentos apresentaram resultados superiores aos da testemunha (sem adubação).

Corrêa Jr et al. (1994) citam que, em geral, os adubos minerais, quando usados dentro dos limites técnicos, raramente são prejudiciais ao teor de princípio ativo da planta. Relatam ainda que, ao obterem resultados satisfatórios, o aumento no teor destes princípios foi pequeno, podendo ser compensado pelo aumento no rendimento de fitomassa.

Avaliando a influência da nutrição mineral no rendimento e composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* (manjerição), *Coriandrum sativum* L. (coentro), *Antethum graveolens* L. (endro) e *Mentha piperita* L. (menta), Hornok (1983), relatou a ocorrência de variações em função dos quatro níveis de NPK utilizados (N: 0; 80; 160 e 240 kg. ha⁻¹; P: 0; 50; 100 e 150 kg. ha⁻¹; K: 0; 60; 120 e 180 kg. ha⁻¹). Com o aumento do nível de fósforo, houve um aumento no teor de óleo essencial de menta e manjerição e redução no teor de óleo essencial e de fitomassa de endro. O aumento dos níveis de nitrogênio também incrementou o óleo essencial da menta e do manjerição, ocorrendo, porém, redução no percentual de mentol e linalol. Ainda em relação aos níveis de nitrogênio, os autores observaram aumento na produção de biomassa verde de endro e coentro, mas não de sementes. Houve incremento nos teores de mentol (em menta), linalol e estragol (no manjerição), à medida que os níveis de potássio foram elevados. Resultados semelhantes foram descritos por Kothari et al. (1987). Os autores relatam que, variedades melhoradas de menta, apresentaram melhores respostas de cultivo, quando submetidas a altas doses de nitrogênio no solo (150 kg. ha⁻¹).

Segundo Matos (1989), os adubos nitrogenados exercem importante papel no incremento do volume da colheita em plantas medicinais das quais se aproveitam as folhas e inflorescências e, as adubações fosfatada e potássica são particularmente importantes para as culturas cujos produtos são frutos secos, sementes e partes subterrâneas. Observações

semelhantes foram feitas por Box (1973). O autor descreve que nas plantas medicinais que visam colheita de flores, a interferência da adubação nitrogenada é menor, porém, quando o objetivo é colher toda a parte aérea da planta (por exemplo, alfavaca, artemísia, cardo santo, arruda e sálvia), bem como nas produtoras de látex (papoula), a adubação nitrogenada é a responsável pelo aumento no rendimento. Em algumas espécies da família Lamiaceae, a adubação nitrogenada aumenta a produção de óleo essencial, como em hortelã, alfavaca e orégano, sendo que para melissa, sálvia e satureja, estes resultados não são concludentes. Com relação às Umbelíferas, o anis e o funcho melhoram a qualidade de suas sementes quando submetidos a doses maiores de nitrogênio. O mesmo autor também informa que, em plantas produtoras de frutos e sementes, como o coentro, e fitomassa subterrânea, maiores respostas são obtidas com incremento da adubação com superfosfato de cálcio e sais potássicos, apresentando estes, de uma maneira geral, menor influência nos resultados, quando comparados aos adubos nitrogenados.

Após revisão sobre nutrição em plantas medicinais, Flück (1954), descreveu que, entre os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio, o nitrogênio exerce função mais importante na produção de princípios ativos, sendo o fósforo e o potássio relevantes apenas quando utilizados em altas doses, apresentando a produção de fitomassa aérea, resposta mais expressiva aos níveis de adubação nitrogenada (variação de 500% para o rendimento de fitomassa e de 40 a raríssimos 100% para incremento no rendimento de princípio ativo).

Dey e Choudhuri (1984), em experimento realizado com *Ocimum sanctum*, submetido a três doses de N (0; 50 e 100 kg. ha⁻¹), P₂O₅ (0; 25 e 50 kg. ha⁻¹) e K₂O (0; 30 e 60kg. ha⁻¹), observaram que as doses de nitrogênio, adicionadas ou não de P₂O₅ e

K₂O, propiciaram um aumento na altura final das plantas, assim como no rendimento de óleo essencial, não afetando porém o teor de eugenol.

Em estudos realizados com *Ocimum basilicum* cultivar Genovese, submetido a diferentes doses de N, P₂O₅ e K₂O, Furlan (2000), relatou que apenas o nitrogênio apresentou diferenças significativas no rendimento de fitomassa fresca e seca, porém, as mesmas doses não influenciaram significativamente na composição do óleo essencial, sendo o linalol o composto majoritário observado. Ainda com este mesmo cultivar, Silva et al. (2001), em comparação entre a adubação NPK (5000 kg. ha⁻¹; 6-24-12 + micronutrientes) associado ou não ao esterco bovino (750 kg. ha⁻¹, NPK + 15m³. ha⁻¹ de esterco bovino) e ao esterco de aves (750 kg/ha NPK + 8,5m³/ ha de esterco de aves), verificaram que a adubação mineral (NPK não associado) produziu maior rendimento de fitomassa seca, não sendo observadas diferenças significativas quanto à altura de planta. Quanto ao teor de óleo essencial, a adubação com NPK resultou em um maior rendimento que a adubação com esterco bovino, sendo ambas inferiores ao rendimento obtido pela adubação com esterco de aves. A adição do NPK ao esterco bovino ocasionou um aumento no rendimento de fitomassa seca quando comparado ao rendimento do esterco bovino não associado, o que demonstra ser este cultivar ser dependente do fornecimento de nitrogênio.

A aplicação de N, P₂O₅ e K₂O, na proporção 1:1:2 (respectivamente) em *Ocimum basilicum* cultivar Genovese, em estufa, produziu resultados mais satisfatórios que as proporções 1:1:1 e 1: 0,25:1,5, observando-se um aumento na altura das plantas submetidas ao sulfato de amônia e alto acúmulo de nitrato nas folhas. Não houve diferença significativa quanto ao rendimento de massa fresca (TESI et al., 1994).

Silva et al (2001 b) avaliaram o rendimento de óleo essencial e o crescimento de carqueja amarga (*Baccharis trimera*) submetida a cinco níveis (0, 5, 10, 20 e 30%) de adubo orgânico (esterco de curral) em presença e ausência de adubo mineral (NPK + micronutrientes). O menor rendimento de fitomassa aérea foi observado na testemunha (sem adubação orgânica e mineral). A dosagem de 30% do esterco de curral na ausência de adubo mineral, apresentou o melhor rendimento de fitomassa, havendo redução na produção quando este mesmo nível de adubo orgânico estava associado ao adubo mineral. Maior teor de óleo essencial foi obtido de plantas oriundas de tratamento sem adubação (0,09%), provavelmente, devido ao estresse ao qual as plantas foram submetidas, podendo ser esta, uma resposta adaptativa. O menor rendimento nos demais tratamentos foi compensado com o aumento no rendimento de fitomassa, o que contribuiu para um aumento na produtividade (rendimento de óleo x rendimento de fitomassa). Os autores concluíram que, para carqueja, a adubação orgânica é mais indicada.

Avaliando a influência de adubação orgânica e mineral sobre o rendimento de cumarinas e de fitomassa em *Mikania glomerata* Sprengel, Pereira et al. (1998) observaram que a concentração de cumarinas foi maior no tratamento orgânico, obtendo-se resposta inversa para os tratamentos submetidos à fertilização com húmus. A adubação mineral resultou no maior rendimento de fitomassa, apresentando, porém, o mais baixo teor de óleo essencial. Os autores concluíram que a adubação orgânica deve ser recomendada para o cultivo de *M. glomerata*.

Vieira et al. (2001) observaram maior produtividade de capítulos florais (base seca) em camomila (*Matricaria camomilla* L.) nos tratamentos submetidos à maior dose de nitrogênio associada a altas doses de cama de aviário. Resultados semelhantes

foram obtidos por Singh et al. (1989). Os autores relatam um aumento no teor de óleo essencial e na produção de fitomassa em espécies do gênero *Mentha* (*M. arvensis*, *M. piperita*, *M. citrata* e *M. spicata*), quando estas foram submetidas à aplicações de doses crescentes de nitrogênio.

Segundo Martins et al (1995), a adubação mineral em plantas medicinais deve ser evitada, pois, mesmo observando-se aumento no teor de artemetina e hidroxiartemetina (princípios com ação antiinflamatória) em cultivo de erva-baleeira (*Cordia verbenacea*) submetido à adubação com NPK mineral, esta prática pode ocasionar problemas na produção de princípios ativos, como ocorre com losna (*Artemisia absinthium* L.), erva-cidreira-de-arbusto (*Lippia sp.*), no coentro (*Coriandrum sativum*) e melissa (*Melissa officinalis*), devendo ser este nutriente fornecido apenas pela adubação orgânica.

Prakasa Rao et al. (2000) avaliaram o efeito de doses de nitrogênio (0; 50 e 100 kg N. ha⁻¹) no rendimento e na qualidade do óleo de *Tagetes minuta* L. Maior rendimento de fitomassa aérea foi obtido com a maior dose de nitrogênio aplicada. Quando a aplicação do nitrogênio ocorreu no momento em que as plantas se encontravam em pleno florescimento, houve discreta redução na concentração do óleo. Notou-se aumento no percentual de cis - β -ocimeno, com o aumento da idade da planta em todos os tratamentos, sendo maior (26%) no tratamento sem aplicação de nitrogênio nas plantas que se encontravam em fase de produção de sementes (mais velhas). Houve diferença significativa, para a composição do óleo apenas quando as plantas se encontravam no início da floração, sendo a maior dose de dihidrotagetona (33,6%) observada no tratamento com ausência de nitrogênio e, a maior concentração de cis - β -ocimeno (8,5%), observada na maior dose de nitrogênio aplicada.

4.5. Fatores que interferem na produção vegetal e de metabólitos secundários

Muitos são os fatores que podem influenciar na produção de fitomassa, assim como no rendimento e na composição dos metabólitos secundários. Dentre os fatores químicos desfavoráveis com relação ao solo, o mais comum é a acidez excessiva, estando a disponibilidade de nutrientes no solo diretamente ligada (dentre outros fatores) ao pH do mesmo.

Segundo Laughlin (1993), a faixa de pH no solo entre 5,0 e 8,2 não afetou o teor de artemisina como o de ácido artemisínico, ocorrendo porém redução na produção de folhas quando o pH era inferior a 5,5 e superior a 7,5.

Pereira et al. (1998 b) observaram que plantas da espécie *Eclipta alba* cultivadas em solo com quatro níveis de pH (4,2; 5,2; 5,6 e 6,8), não apresentaram diferenças em folhas e caules, notando-se porém, alongação de raízes com o aumento do pH. O teor de lactonas na parte aérea, aumentou significativamente nos solos com pH 5,2 e 5,6, quando comparados ao pH 4,2.

A interferência de quatro níveis de pH do solo (4,5; 5,5; 6,5 e 7,5), em *Ocimum gratissimum* foi avaliada por Choudhury e Bordoloi (1988), sendo constatado que a maior produção de massa verde e de óleo essencial foram obtidas nos tratamentos submetidos ao pH mais alcalino, não havendo porém diferença significativa entre os tratamentos quando se avaliou o percentual de eugenol na composição do óleo.

Prasad et al (1998), observaram uma redução na produção de fitomassa e de óleo essencial de *Artemisia annua*, quando estas se encontravam em condições de cultivo

em solos com pH entre 7,9 e 8,9, sendo o maior rendimento de óleo essencial obtido quando as mesmas se encontravam em solos com pH na faixa de 4,9 a 5,1.

Durante sete anos de estudos sobre podas em *Ocimum gratissimum*, Balyan et al. (1992), mostraram que, economicamente, é viável o efeito de podas na produção de massa verde, óleo essencial e madeira fresca após o plantio. A poda, realizada ao nível do solo ou a dez centímetros, proporcionou as mais altas produções de massa verde e óleo essencial no segundo, terceiro e quarto anos, e incremento significativo na produção de madeira fresca no quinto ano.

Choudhury et al. (1986), em experimentos de campo visando otimizar os parâmetros de produção de *Ocimum gratissimum* nas condições de Assan, na Índia, demonstraram que é possível realizar quatro cortes no ano, com intervalo de 90 dias, o que proporcionou um aumento significativo na produção de massa fresca (66,7 ton. ha⁻¹) e na produção de óleo (386,79 kg. ha⁻¹), quando em comparação com um grande número de colheitas no ano (5 à 8). Colheitas durante a estação úmida e quente (junho a outubro) proporcionaram um aumento na produção de massa fresca, óleo essencial e eugenol, quando comparadas com a estação fria e seca (novembro a maio).

Em estudos realizados com *Salvia officinalis*, no qual avaliou-se a influência da sazonalidade no rendimento e na composição química do seu óleo essencial, Putievsky et al. (1986) concluíram que o maior rendimento de óleo essencial foi obtido no primeiro ano de cultivo, em corte realizado no verão. Com relação à composição do óleo essencial, este apresentou maior teor de constituintes majoritários (tujona e cânfora), no segundo ano de cultivo, em corte realizado na primavera.

Czepac (1996), observando a frequência de corte da menta (*Mentha arvensis*), concluiu que o maior rendimento de óleo essencial e de mentol cristalizável foi obtido de plantas colhidas aos 60 e 70 dias após o plantio, ressaltando que no inverno, houve redução no crescimento e no rendimento de óleo essencial.

Castro (2001), em pesquisas com erva-cidreira brasileira (*Lippia alba*) avaliando o efeito da variação sazonal e a época de colheita sobre a produção de fitomassa, rendimento e composição química do óleo essencial extraído por hidrodestilação, observou que o maior rendimento de fitomassa, bem como de óleo essencial, foi obtido nos cortes realizados na primavera/98 e no verão/99. Foram observadas diferenças na composição do óleo essencial, destacando-se o citral, que apresentou rendimento de 43,34% e 58,5% nos cortes realizados na primavera/98 e outono/99, respectivamente.

O fator hídrico afeta significativamente o crescimento e desenvolvimento da planta como um todo. A frequência e a intensidade do estresse hídrico constituem fatores de suma importância para a limitação da produção agrícola mundial (ORTOLANI e CAMARGO, 1987). Sua falta e seu excesso causam efeitos desastrosos no desenvolvimento vegetal. As culturas consomem durante o seu ciclo de desenvolvimento um grande volume de água, porém, 98% deste volume, apenas passa pela planta, perdendo-se posteriormente pelo processo de transpiração (REICHARDT, 1978, HAAG, 1987).

Existem limites ótimos de umidade para o desenvolvimento da planta. A retirada de água pelo sistema radicular pressupõe que, no equilíbrio hídrico do sistema solo-raiz, encontra-se um dos problemas fundamentais da agricultura. O excesso de água no solo pode alterar processos químicos e biológicos, limitando a quantidade de oxigênio e acelerando a formação de compostos tóxicos à raiz. Por outro lado, a percolação intensa da água provoca

a remoção de nutrientes e inibição do crescimento normal da planta. Os excedentes hídricos, embora importantes, causam menos problemas que a seca. A deficiência hídrica, caracterizada por diferentes formas e intensidades, é a principal causa de perda de produtividade (ORTOLANI e CAMARGO, 1987).

Segundo Koslowski (1968), citado por Castro (2001), ainda não se tem total conhecimento da interferência do estresse hídrico sobre a biossíntese de metabólitos secundários, podendo este influenciar positiva ou negativamente, de acordo com a planta e/ou grupo de princípios ativos.

Estudos realizados com o intuito de avaliar a influência do estresse hídrico sobre a composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* demonstraram que, sob condições de estresse, houve redução no rendimento de massa seca total, ocorrendo porém, um rendimento de óleo essencial duas vezes maior. Os componentes do óleo apresentaram alterações significativas, havendo redução no percentual de sesquiterpenos e aumento no percentual de linalol e metilchavicol (SIMON et al., 1992).

Em ensaios realizados em casa de vegetação com sete acessos de *Polygonum punctatum*, Ell., Lopes et al. (2001) avaliaram a influência de regimes hídricos (ambiente úmido, moderadamente úmido e seco) no óleo essencial, sendo a produção esta maior no ambiente seco que nos demais ambientes. Se a produção de óleo essencial estiver relacionada com alguma resposta fisiológica às variações ambientais, este resultado pode indicar que as plantas aumentaram a produção como resposta adaptativa.

A radiação solar intervém diretamente sobre o crescimento e o desenvolvimento da planta, e indiretamente, pelos efeitos no regime térmico, sendo fundamental à produção de fitomassa. É igualmente importante no condicionamento da

evaporação e da evapotranspiração. Tanto a temperatura do ar como a do solo, afetam os processos de crescimento e de desenvolvimento para as plantas. Cada germoplasma apresenta limites térmicos mínimos, máximos e ótimos, para cada estágio de desenvolvimento (fenologia) (ORTOLANI e CAMARGO, 1987).

Avaliando a influência da temperatura na produção de alcalóides em *Artemisia annua* L. híbrido CPQBA 2/39x1V, Marchese e Rehder (2001) submeteram plantas com 88 dias a duas amplitudes de temperatura (noite/dia), 11/20°C e 18/28°C, durante 16 dias. Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos quanto à produção de fitomassa seca, porém, no tratamento 18/28°C o teor de artemisinina nas folhas foi significativamente maior que no tratamento 11/20°C.

Como se pode observar, poucos trabalhos de pesquisa sobre adubação orgânica em plantas medicinais foram realizados, havendo necessidade de maior aprofundamento nesta área, já que a adubação exerce grande influência na qualidade do produto final.

Dentro da área de cultivo de plantas medicinais, deve-se buscar opções que garantam o aumento da produtividade, juntamente com a manutenção do padrão de qualidade exigido pelo mercado.

A colheita torna-se o ponto crítico, pois faz-se necessário que se defina o momento ideal para a mesma. Todas as pesquisas na área de metabólitos secundários de plantas medicinais deveriam ter como o principal objetivo, coincidir o momento de maior expressão de princípio ativo com o momento de maior rendimento de fitomassa, obtendo-se assim, o tão esperado sucesso (MATTOS, 1996).

5. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de cultivo em campo foi desenvolvido em área da Fazenda Experimental Lageado da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) – UNESP, Botucatu – SP. A secagem da matéria prima e extração dos óleos essenciais por hidrodestilação foram realizadas no Departamento de Produção Vegetal - Horticultura da FCA- UNESP. As análises da composição química dos óleos essenciais foram realizadas no Laboratório de Produtos Naturais do Centro de P&D de Recursos Genéticos Vegetais do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC) e as extrações dos óleos essenciais com dióxido de carbono supercrítico no Laboratório de Separações Físicas da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA) – UNICAMP, Campinas – SP.

5.1. Descrição do local do experimento

A Fazenda Experimental Lageado, situada a 3 Km do município de Botucatu, possui área de 940,4 ha e as seguintes coordenadas geográficas: 22° 30' a 23° 05' de latitude sul e 48° 15' a 48° 52' de longitude W. Gr, a 830 metros de altitude.

O clima predominante da região, baseado na classificação climática de Köeppen, é do tipo Cwb, caracterizando-se como clima mesotérmico de inverno seco e frio, e verão quente e chuvoso (Chaves, 2002), com temperatura média de 22° C no mês mais quente e úmido, e de 11° C no mês mais frio e seco, sendo estes janeiro e julho, respectivamente.

Segundo Carvalho et al. (1983), os solos predominantes são o tipo terra roxa estruturada (TE) e litossolo-fase substrato basalto (Lib), sendo o solo onde foi instalado o experimento, o latossolo vermelho escuro.

5.2. Tratamentos e Delineamento experimental.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com parcelas subdivididas no tempo (*split plot in time*), com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos tratamentos, num total de cinco, e as sub-parcelas, pelas colheitas, correspondendo a quatro no período de janeiro de 2001 a janeiro de 2003, considerando-se apenas para este delineamento, as colheitas dois a cinco.

A primeira colheita foi avaliada separadamente, observando-se o comportamento dos tratamentos entre si. Este procedimento foi adotado em função de se obter nesta colheita, plantas oriundas de mudas, e não rebrotos, como nas demais colheitas, além de a colheita ter sido realizada seis meses após o plantio, o que também a diferencia das demais, pois o rendimento de fitomassa seria maior em função do maior tempo de permanência da cultura no campo.

Os cinco tratamentos utilizados foram: T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50 000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25 000 kg/ha; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio- 105 kg/ha) (**TABELA 2**).

TABELA 2: Tratamentos utilizados nos experimentos de *Ocimum selloi* na Faculdade de Ciências Agronômicas -UNESP, Botucatu - SP, 2001.

TRATAMENTOS	QUANTIDADE DE MACRONUTRIENTES UTILIZADOS (kg/ha)
T1 – Testemunha	—
T2 – Esterco bovino (de curral) curtido 50 000 kg/ha	N: 485 P ₂ O ₅ : 280 K ₂ O: 640
T3 – Esterco bovino (de curral) curtido 25 000 kg/ha	N: 242,5 P ₂ O ₅ : 140 K ₂ O: 320
T4 – NPK sulfato de amônio (20%N) - 150 Kg/ha, superfosfato simples (20% P ₂ O ₅) – 100 Kg/ha, cloreto de potássio (58% K ₂ O) - 210 Kg/ha.	N: 30 P ₂ O ₅ : 20 K ₂ O: 122
T5 – NPK sulfato de amônio (20%N) - 75 Kg/ha, superfosfato simples (20% P ₂ O ₅) – 50 Kg/ha, cloreto de potássio (58% K ₂ O) - 105 Kg/ha.	N: 15 P ₂ O ₅ : 10 K ₂ O: 61

5.3.Obtenção do Material Vegetal

As mudas de *Ocimum selloi* foram obtidas a partir de sementes provenientes de uma população espontânea de Adrianópolis (Paraná) (S 24° 42' 37,3"; WO 48° 50' 37,3"), coletada em dezembro de 2000, e da coleção de plantas medicinais do Departamento de Produção Vegetal – Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA – UNESP, campus de Botucatu) (S 22° 50' 26"; W 48° 26' 03"), coleta efetuada em janeiro de 2001, sendo designadas como população Paraná (PR) e população São Paulo (SP), respectivamente.

As duas populações foram identificadas pelo Prof. Dr. Lin Chau Ming da Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP e as exsicatas foram depositadas no Herbário do Instituto de Biologia da UNESP de Botucatu, sob o número BOTU 23896 para a população PR e sob o número BOTU 23893 para a população SP.

Após a coleta, as inflorescências foram colocadas em bandejas plásticas e secas à sombra, em temperatura ambiente (média de 22° C) e submetidas à debulha manual para a separação das sementes.

As sementes das duas populações foram semeadas em bandejas de 128 células, em 31 de janeiro de 2001, preenchidas com substrato comercial Plantmax®, acondicionando-se, em média, cinco sementes por célula. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação, sem controle de temperatura e umidade e 70% de luminosidade. A irrigação foi feita duas vezes ao dia, com o auxílio de um crivo acoplado à extremidade da mangueira, causando um “efeito chuveiro”.

Após a germinação das sementes (sétimo ao décimo dia após a semeadura, as bandejas foram transferidas para um viveiro, sendo irrigadas diariamente por nebulização intermitente a cada quinze minutos até o transplântio das mudas para o campo, correspondendo a 110 dias após a semeadura das sementes.

5.4. Cultivo em Campo

Amostras de solo para análise química de macro e micronutrientes da área experimental foram coletadas em setembro de 2000, a 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade e encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Recursos Naturais, Setor de Ciência do Solo da FCA/UNESP/Botucatu, seguindo metodologia descrita por Raij e Quaggio (1983) cujo resultado encontra-se apresentando na **TABELA 3**.

TABELA 3: Características químicas do solo da área experimental de cultivo da Faculdade de Ciências Agrônômicas - UNESP, Botucatu-SP, 2000.

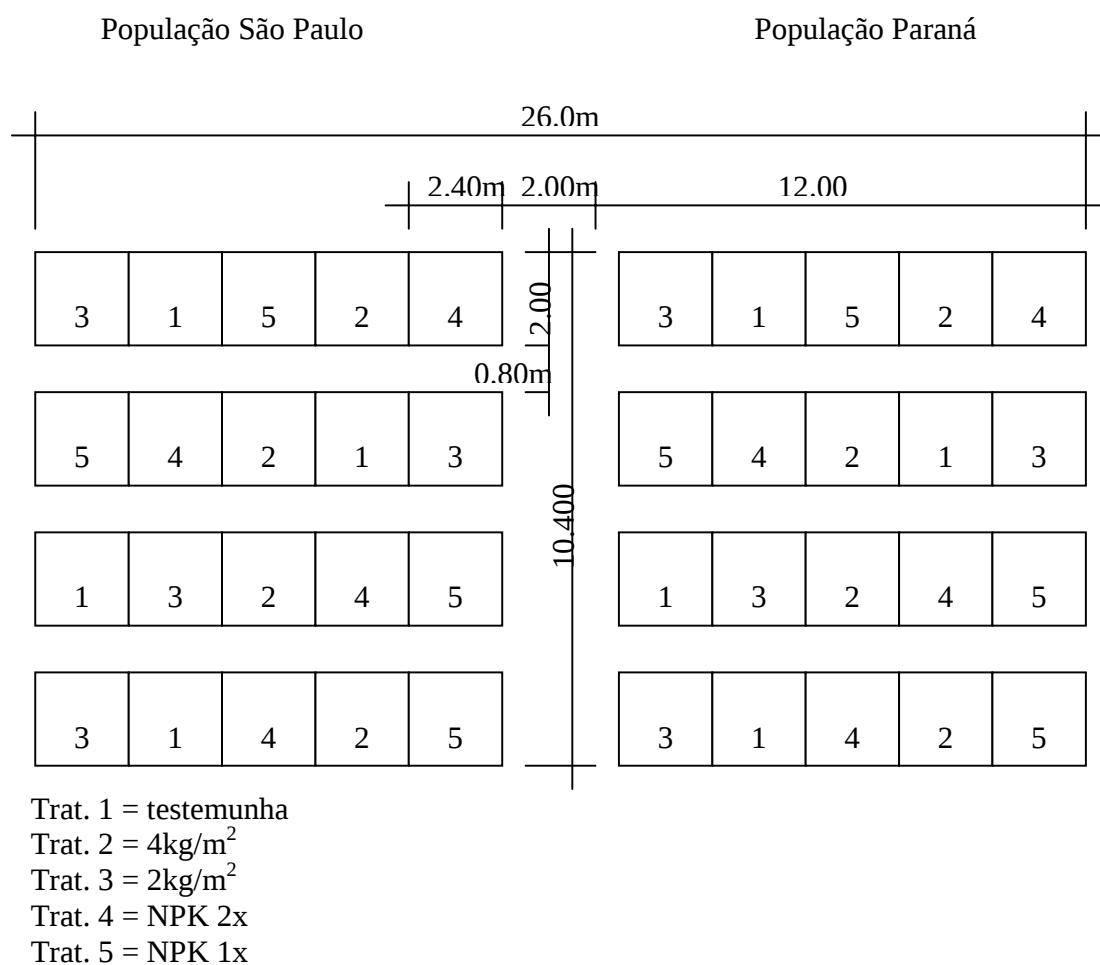
Amostras	pH CaCl ₂	M. O. g/dm ³	P _{resina} mg/dm ³	H + Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
				-----mmol/dm ³ -----						%
0-20	4,1	25	3	72	2,4	11	7	20	92	22
20-40	4,1	26	4	68	2,1	11	6	19	87	22

A correção da acidez do solo, realizada em fevereiro de 2001, assim como as doses de adubo mineral, foram baseadas na recomendação de Box (1973) e Corrêa Junior et al. (1994), para outras espécies do gênero *Ocimum*, não havendo, até o momento,

recomendação de adubação mineral ou orgânica específica para a espécie *O. selloi*. Utilizou-se calcário dolomítico (PRNT 90,1%), elevando-se o V% para 70.

Utilizou-se espaçamento de 0,4 m entre plantas e 0,6 m entre linhas, tendo cada parcela a área de 6 m². O espaçamento entre as parcelas foi de 0,8 m; de 1,0 m entre os blocos e de 2,0 m entre as populações. O croqui da área experimental encontra-se na **FIGURA 1**.

FIGURA 1: Croqui da área experimental.



As mudas de *Ocimum selloi* foram transplantadas para a área experimental em 21 de maio de 2001, 110 dias após a semeadura, sendo que a adubação orgânica foi realizada em 20 de abril de 2001, 31 dias antes do plantio. A adubação mineral foi realizada em linhas, uma semana após a implantação da cultura no campo, para que as raízes se adaptassem ao solo, evitando-se assim o estresse ou a queima das mesmas.

A composição do esterco de curral curtido utilizado no experimento, encontra-se na **TABELA 4**.

TABELA 4: Características químicas do esterco de curral curtido utilizado no experimento. Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu - SP, 2001.

DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS	%	g /m ²	
		T2	T3
N total	0,97	50	25
P ₂ O ₅	0,56	28	14
K ₂ O	1,28	64	32
Umidade Total (ao natural)	31	---	---
M. O. (550 °C) (M. O. Total)	26	---	---
Carbono Total	14,45	---	---
Cálcio Total	0,7	---	---
Magnésio Total	0,33	---	---
Enxofre Total	0,16	---	---
mg/kg			
Zinco Total	88	---	---
Manganês Total	328	---	---
Cobre Total	70	---	---
Ferro Total	15.550	---	---
Sódio total	520	---	---
pH (CaCl ₂ 0,01M)	8,3	---	---
Relação C/N (C Total e N Total)	15/1	---	---

Em cada parcela, foram plantadas 36 mudas, sendo 16 plantas úteis por parcela, para que se eliminasse o efeito de interferência entre parcelas.

Em ambas as populações, foram realizadas cinco colheitas, no período da manhã, cortando-se as plantas da área útil, dez centímetros acima do solo, para que se permitisse o rebroto. Da segunda à quinta colheita, foram avaliados os rebrotos do corte anterior.

A primeira colheita foi realizada seis meses após a instalação da cultura no campo. Inicialmente, planejou-se realizar as outras quatro colheitas subsequentes em intervalos de três meses após o primeiro, ou seja, nove, doze, quinze e dezoito meses após a instalação da cultura no campo, porém, em função de um ataque de formigas à população São Paulo na véspera da segunda colheita, houve um atraso de 30 dias na realização do corte da população Paraná e 45 dias para a São Paulo, para que a última população pudesse recuperar grande parte da fitomassa aérea.

As datas dos cortes e número de dias após o plantio encontram-se na

TABELA 5.

TABELA 5: Datas das colheitas e número de dias após o plantio na data de cada colheita de *Ocimum selloi*, população Paraná e São Paulo

Colheita	População Paraná		População São Paulo	
	Data da colheita	Dias após o plantio (DAP)	Data da colheita	Dias após o plantio (DAP)
Primeira	26/11/01	189	10/12/01	203
Segunda	25/03/02	308	25/04/02	339
Terceira	01/07/02	406	5/07/02	410
Quarta	23/09/02	490	30/09/02	497
Quinta	03/01/03	592	10/01/03	599

A cada corte realizado, foram coletadas amostras de solo de todas as parcelas separadamente, sendo estas homogeneizadas (*pool*) e transformadas em amostra única (duas para cada tratamento, sendo uma de 0-20 cm e outra de 20-40 cm por população, totalizando 20 amostras por corte) e folhas (25 amostras de 30 g por população) de *Ocimum selloi*, das duas populações, e encaminhadas para análise no Laboratório de Fertilidade do Solo, do Departamento de Recursos Naturais, Setor de Ciência do Solo da FCA/ UNESP/ Botucatu, seguindo metodologia descrita por Raij et al. (2001). A análise foliar permitiu que se determinasse o teor de macro e micronutrientes. Baseando-se nos teores foliares, determinou-se a quantidade de nutrientes extraídos pela cultura, seguindo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997), multiplicando-se os teores obtidos pelos respectivos rendimentos de massa seca de folha, sendo estes resultados expressos em g/planta.

A cada colheita, foram realizadas adubações de cobertura (1000 g/m² e 500 g/m² de esterco bovino e 150 e 75 kg /ha de sulfato de amônio para os tratamentos orgânico (T2 e T3) e mineral (T4 e T5), respectivamente.

Os dados de precipitação em mm, temperaturas mínima, média e máxima diária em °C, insolação (cal /cm²/ dia) e umidade relativa do ar, ocorridos durante o período de realização do experimento em campo foram obtidos no Departamento de Recursos Naturais da FCA-UNESP, Setor de Ciências Ambientais, e encontram-se nas **FIGURAS 2, 3, 4 e 5.**

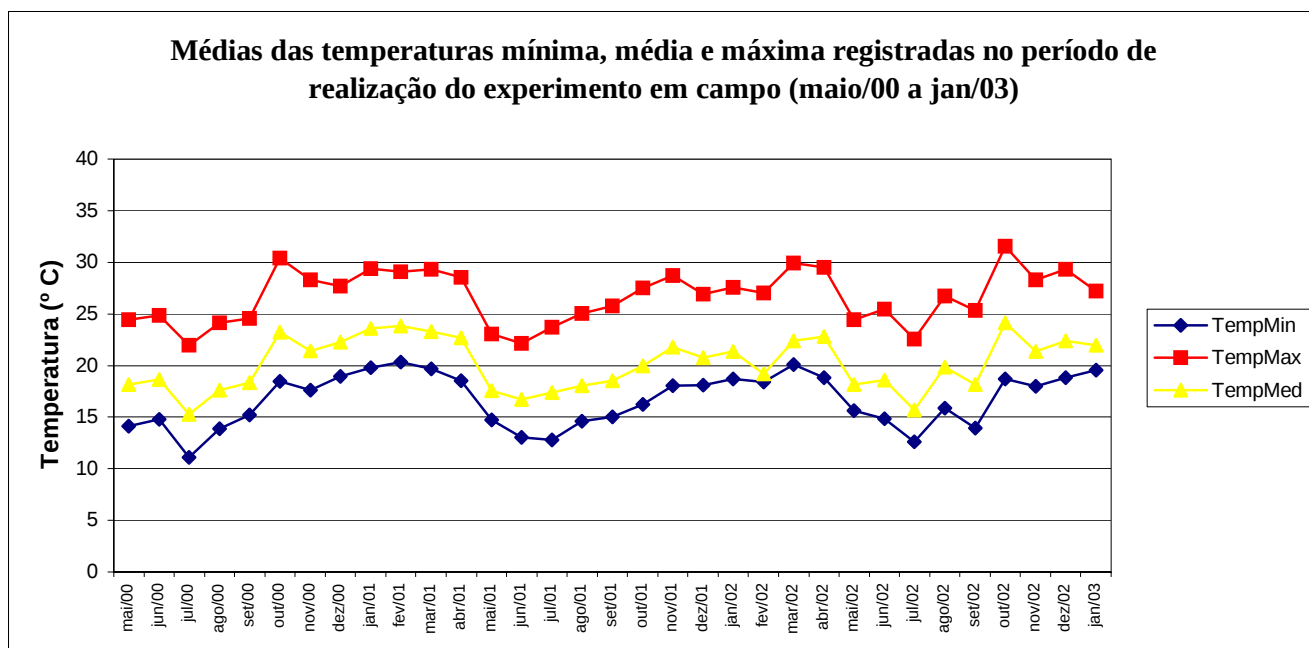


FIGURA 2. Dados climatológicos (temperatura média, máxima e mínima registradas no período da realização do experimento em campo de *Ocimum selloi* (21/05/2001 a 10/01/2003), Botucatu – SP.

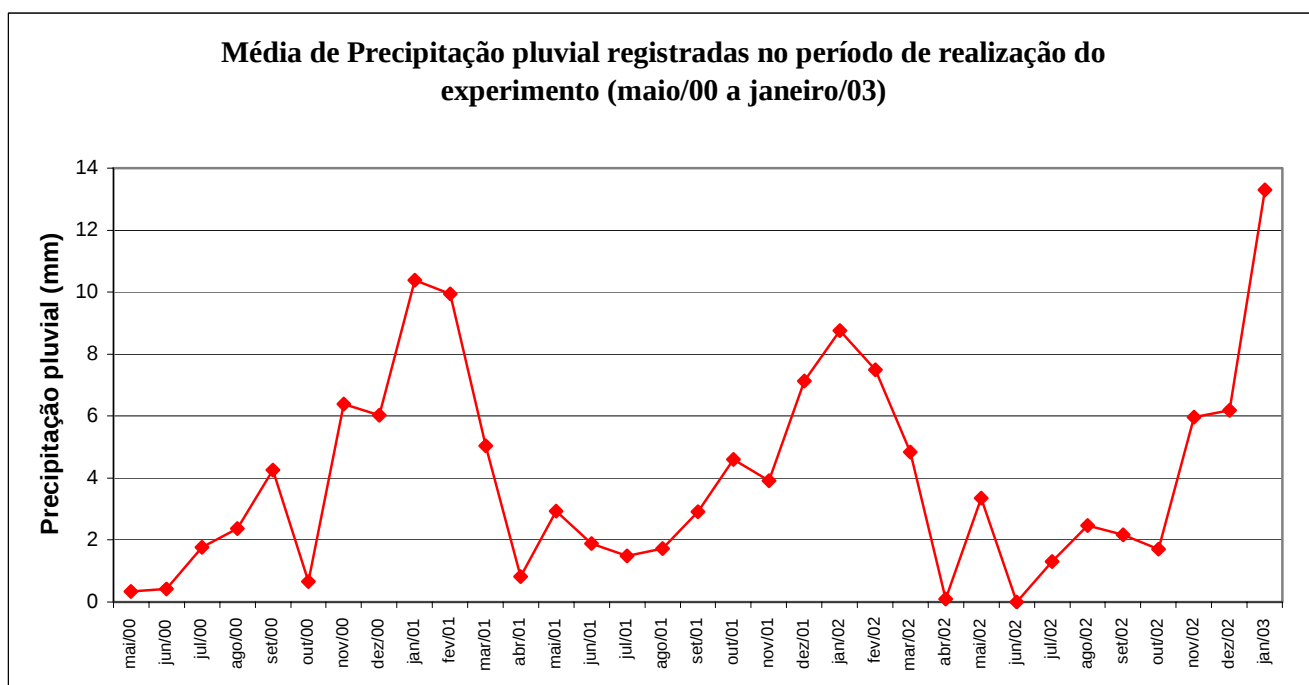


FIGURA 3: Dados climatológicos (precipitação pluvial) registrados no período da realização do experimento em campo de *Ocimum selloi* (21/05/2001 a 10/01/2003), Botucatu – SP.

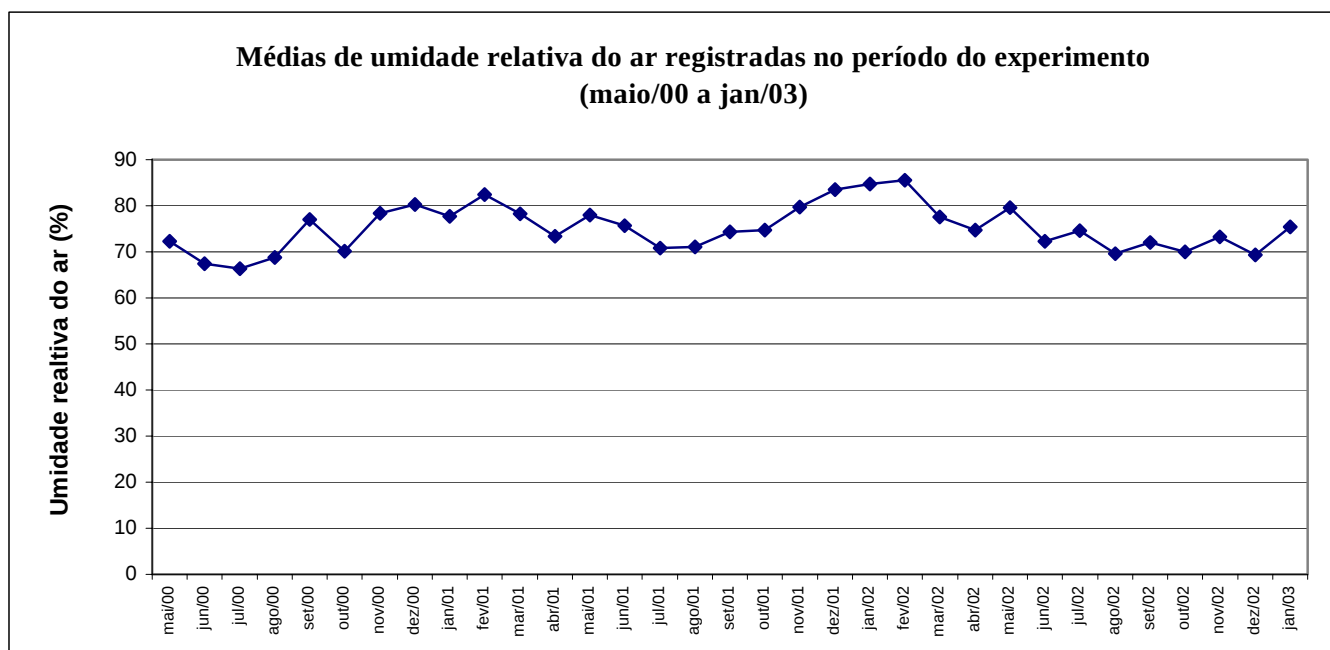


FIGURA 4: Dados climatológicos (umidade relativa do ar) registrados no período da realização do experimento em campo de *Ocimum selloi* (21/05/2001 a 10/01/2003), Botucatu – SP

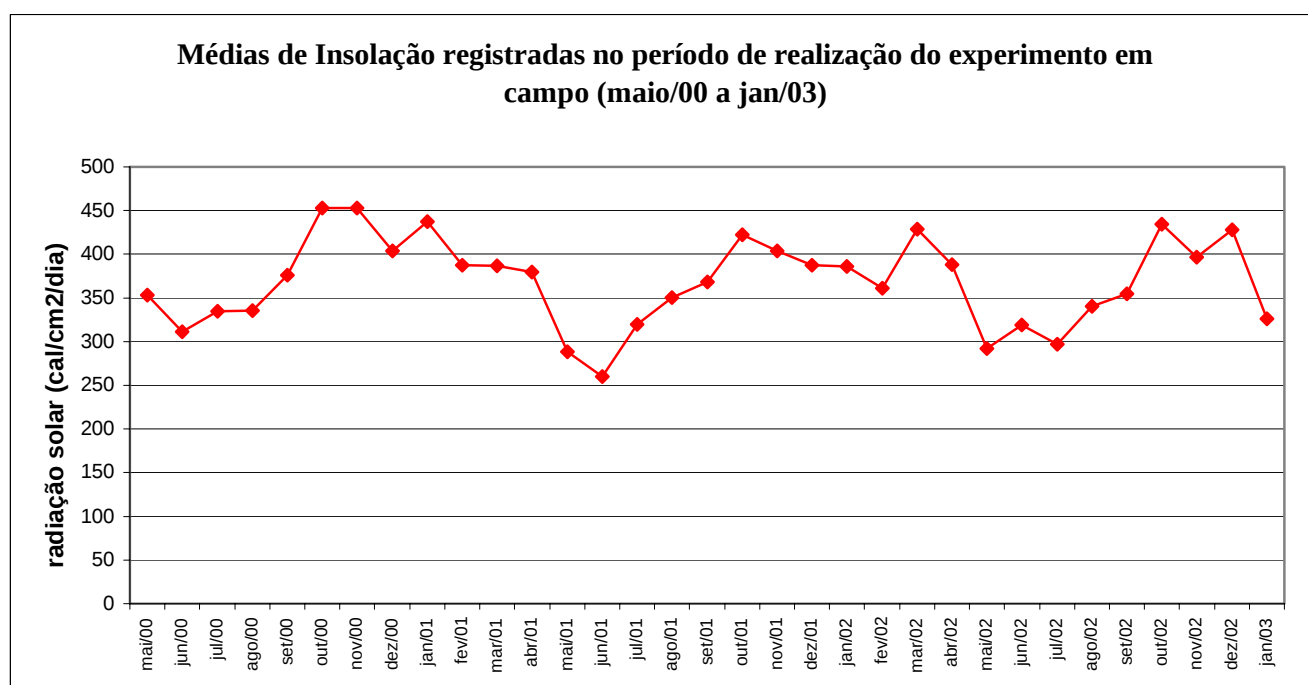


FIGURA 5: Dados climatológicos (insolação) registrados no período da realização do experimento em campo de *Ocimum selloi* (21/05/2001 a 10/01/2003), Botucatu – SP

5.5. Preparo do Material Vegetal

Após a colheita, as folhas, caules e inflorescências de *Ocimum selloi* foram separados manualmente e pesadas em balança (Gehaka, mod. BG 8000). De cada parte da planta, foram retiradas duas amostras de 20,0 g cada e acondicionadas em sacos de papel kraft, para a obtenção do percentual de massa seca. O material vegetal, assim como as amostras, foram colocados em bandejas revestidas com papel kraft e secas em estufa com circulação de ar forçada (Marconi, modelo MA 037) e temperatura controlada de 40°C. Foram realizadas pesagens diárias das amostras, até obtenção de massa constante. O material vegetal seco foi armazenado em sacos plásticos pretos de 100 litros em câmara seca, com umidade controlada, até o momento da extração dos óleos essenciais por hidrodestilação.

O percentual de massa seca (X%) de cada parte da planta (folhas, caules e inflorescências) foi calculado a partir da equação:

$$X\% = \frac{\text{massa seca} \times 100}{\text{massa fresca (20 g)}}$$

O percentual médio de massa seca (X%) foi utilizado para calcular o rendimento da fitomassa seca de cada parte da planta de cada parcela do experimento (Y%), através da seguinte equação:

$$Y\% = \frac{\text{massa fresca (rendimento do campo)} \times \% \text{ massa seca}}{100}$$

Foram avaliadas as produções de caule, folha e inflorescência, separadamente e produção de folha sobre (rendimento de folha + caule). As inflorescências foram avaliadas apenas separadamente, não sendo consideradas no total de fitomassa, pois alguns cortes não produziram inflorescências, o que alteraria o resultado final, gerando erros na análise.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância seguida de teste de médias (Tukey).

5.6. Extração e análise da composição química dos óleos essenciais.

A extração dos óleos essenciais para os cinco tratamentos foi primeiramente realizada através da hidrodestilação. Após a avaliação dos resultados quanto ao rendimento e composição química dos óleos essenciais escolheu-se a melhor condição para cada tratamento (orgânico e mineral) para as extrações com dióxido de carbono supercrítico.

5.6.1. Hidrodestilação

Os óleos essenciais das folhas (50,0g) e inflorescências (30,0 g) secas, para as duas populações, foram extraídos por hidrodestilação em aparelho tipo Clevenger, por período de 2 h e 30 m. O tempo de extração foi otimizado através de testes preliminares, observando-se o volume de óleo essencial a cada 30 minutos, considerando-se como tempo ótimo, quando não mais se observou alteração no mesmo. Após a separação das fases (água e óleo essencial) os óleos essenciais extraídos foram transferidos para frascos de vidro transparentes (5 mL) com batoque e tampa de rosca, previamente pesados em balança analítica (AND, modelo HR-120) e mantidos em freezer até o momento da análise da composição química.

As extrações foram realizadas em duplicata (pois o experimento foi realizado com quatro repetições, não havendo necessidade de se fazer em triplicata, como exige o protocolo) totalizando-se oito extrações de folhas e oito extrações de inflorescências (nos cortes nas quais foram obtidas inflorescências) por tratamento em cada corte, para cada população.

O rendimento dos óleos essenciais foi expresso como valor médio das duas repetições e calculado através das seguintes equações:

A. Folhas:

$$\% \text{ Rendimento} = \frac{\text{Média da massa de óleo essencial (g)} \times 100}{50,0 \text{ (g)}}$$

B. Inflorescências:

$$\% \text{ Rendimento} = \frac{\text{Média da massa de óleo essencial (g)} \times 100}{30,0 \text{ (g)}}$$

nos quais 50 e 30 são a massa de material vegetal seco utilizado para a extração.

A produção de óleo essencial em cada repetição foi obtida multiplicando-se a produção de folhas e inflorescências separadamente, pelo respectivo rendimento do óleo essencial.

5.6.2. Extração com dióxido de carbono supercrítico

5.6.2.1. Preparo da Matéria prima

As folhas secas de *Ocimum selloi* foram trituradas em moinho de laboratório (Tecnal mod. TE-631/1, Brasil) a 20.500 rpm por 15 segundos. A distribuição do tamanho das partículas foi determinada usando peneiras de 24,32,48, 80 e 100 mesh com o auxílio de um agitador de peneiras (Bertel, CATEL, Caieiras, São Paulo, Brasil). Nos experimentos de extração utilizou-se mistura de partículas com distribuição granulométrica de 32 a 80 mesh.

5.6.2.2.Extração dos óleos essenciais

A extração dos óleos essenciais de *Ocimum selloi* foi realizada em equipamento Applied Separations (Speed SFE, model 7071, Allentown, PA, EUA), em coluna de extração com capacidade de 5 mL (Thar Designs, CL 1165, Pittsburgh, PA, EUA, com volume interno de 6 mL). A matéria prima triturada ($2,51 \pm 0,01$ gramas), composta por uma mistura de distribuição granulométrica de 32 mesh (26 ± 2 %), 48 mesh (52 ± 1 %) e 80 mesh (21 ± 2 %), foi adicionada na coluna de extração e empacotada com ajuda de uma haste de aço de 0,014 m de diâmetro, formando um leito de 0,019m de altura e 0,020m de comprimento.

A seguir a coluna de extração foi conectada ao equipamento e, ajustadas as condições operacionais de pressão (200 bar) e temperatura (30 °C), mantendo-se o período estático do dióxido de carbono (CO₂, 99,98% de pureza, Gama Gases Especiais, Campinas, Brasil) em contacto com as partículas por 5 minutos. A vazão do CO₂ foi de $(6,8 \pm 0,7) \times 10^{-5}$ kg de CO₂ / s.

O óleo essencial foi coletado em frasco de vidro (50 mL) imerso em banho de etilenoglicol (5 °C), a fim de reduzir as perdas dos componentes mais voláteis.

O tempo de extração foi de aproximadamente 1 hora. Após a retirada da coluna do sistema, realizou-se a limpeza da linha de extração com acetato de etila (P.A., Lot. 55893, LabSynth, São Paulo, Brasil) e a solução concentrada, colocada em evaporador rotativo (Heildoph Instruments GMBH, Laborota 4001, Schwabach, Alemanha) com controlador de vácuo (Heildoph Instruments GMBH, Rotavac/Rotavac Control, Schwabach, Alemanha)e armazenado e frasco de vidro.

O rendimento do óleo essencial foi determinado por pesagem do frasco de coleta e de limpeza (Sartorius, model A200S, ± 0.0001 g, Goettingen, Alemanha), ao início e final da extração e após a concentração do solvente (acetato de etila), respectivamente.

5.7. Análise da composição química por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas

A análise da composição química dos óleos essenciais foi conduzida em cromatógrafo a gás acoplado a espectrômetro de massas (CG – EM, Shimadzu, QP 5000), dotado de coluna capilar de sílica fundida DB-5 (30 m x 0,25 mm x 0,25 μ m), tendo o hélio como gás de arraste (1,7 mL/min), detector a 230°C e injetor a 240°C. Os óleos essenciais foram solubilizados em acetato de etila (5 mg de óleo/ 1 mL de solvente) e injetado 1 μ L de solução, split 1:30, no seguinte programa de temperatura: 50°C (5 min) – 180°C (5 min); 180°C – 280°C (10°C/ min) (MORAES et al., 2002).

A identificação das substâncias foi efetuada por comparação de seus espectros de massas, com o banco de dados do sistema CG – EM (Nist 62 Libr), literatura (MCLAFFERTY E STAUFFER, 1989), índice de retenção de Kovats (Adams, 1995).

5.8. Análise estatística

Os rendimentos de fitomassa seca de *Ocimum selloi* e óleo essencial obtido por hidrodestilação, do primeiro corte, foram submetidos à análise de variância, seguindo-se de teste de médias (Tukey). Do segundo ao quinto cortes, foram realizadas análise de variância seguindo modelo parcela subdividida no tempo (*split-plot in time*), sendo a adubação o tratamento principal e os cortes, os tratamentos secundários. Realizou-se teste de médias (Tukey) e análise de regressão, sendo os R^2 resultantes, submetidos ao teste de F a 5% de probabilidade. Utilizou-se o programa ESTAT para a realização das análises estatísticas.

A composição do óleo essencial (dos rebrotos) foi submetida à análise de variância, seguida de teste de médias (Tukey), sendo utilizado o programa MINITAB. As médias de todos os tratamentos, do primeiro ao quinto cortes, para folhas e, do primeiro ao quarto corte, para inflorescências, foram submetidas à análise de regressão, utilizando-se o programa EXCEL 2000, sendo os R^2 resultantes, submetidos ao teste de F a 5% de probabilidade.

Os dados provenientes das análises de solo e foliar para fins de fertilidade e extração de macro e micronutrientes, não foram submetidos a nenhuma análise estatística, sendo representados na forma gráfica, para melhor visualização das possíveis alterações.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

As sementes da população São Paulo apresentaram taxa de germinação de 80% e, as da população Paraná, 70%. Foi observado um lento desenvolvimento das mudas. Sessenta dias após a semeadura, estas ainda não se encontravam em condições de serem transplantadas. Aos noventa dias observou-se desuniformidade no desenvolvimento das mudas, pois algumas destas encontravam-se prontas para serem transplantadas e, em outras, o sistema radicular estava pouco desenvolvido. Pode-se notar a presença de inflorescências em algumas mudas com aproximadamente 20 dias. Com isso, só foi possível realizar o transplântio 110 dias após a semeadura.

O desenvolvimento das plantas foi acompanhado periodicamente. Foram feitas capinas manuais e observados ataques de patógenos e pragas. Houve ataque de formigas cortadeiras (saúva) na população de São Paulo. Observou-se a presença de

cochonilhas em algumas mudas das duas populações, causando amarelecimento de folhas, o que não ocorreu nas plantas adultas.

6.1. Diferenças entre as populações.

No campo, observou-se diferença no odor das plantas. Na população São Paulo, as plantas exalavam odor mais característico de “anis”, o que não ocorreu nas plantas da população Paraná.

Observaram-se, durante o crescimento das plantas, diferenças na morfologia das populações. Na população Paraná, há maior ramificação no caule, fato não observado na população São Paulo. A inflorescência da população São Paulo apresenta pigmentação roxa, e a população Paraná, verde claro (**FIGURAS 3 e 4**).

Verificou-se um desenvolvimento não uniforme das plantas no campo, notada principalmente na população São Paulo. A população Paraná teve um desenvolvimento mais homogêneo quando comparado à população São Paulo.



FIGURA 6: *Ocimum selloi* população Paraná.

FIGURA 7: *Ocimum selloi* população São Paulo.

6.2. População Paraná

6.2.1. Produção de fitomassa aérea

Os quadros de análise de variância do primeiro corte e dos cortes dois a cinco, encontram-se nas **TABELAS 6 a 12**.

TABELA 6: Quadrados médios da produção de caule (base seca) **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP 2001.

Causas de Variação	G.L	Q.M	F
Blocos	3	18442,6	2,3 ^{NS}
Tratamentos	4	101416,4	12,7**
Resíduo	12	7995,3	
Total	19		

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 7: Quadrados médios de produção de folhas (base seca) **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Q.M	F
Blocos	3	14479,3	4,5 *
Tratamentos	4	30158,6	9,4 **
Resíduo	12	3220,5	
Total	19		

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 8: Quadrados médios da produção de inflorescências (base seca) **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Q.M	F
Blocos	3	11535,5	1,6 ^{NS}
Tratamentos	4	80590,7	11,3 ^{**}
Resíduo	12	7137,6	
Total	19		

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)).

TABELA 9: Quadrados médios de produção de folhas, sobre o total de fitomassa produzida [folhas/ (folha + caule)] (F/ F+C) (base seca) **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Q.M	F
Blocos	3	12,8	0,48 ^{NS}
Tratamentos	4	84,9	3,2 ^{NS}
Resíduo	12	26,6	
Total	19		

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)).

TABELA 10: Quadrados médios do rendimento de óleo essencial de folhas e inflorescências, **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Folhas		Inflorescências	
		Q.M	F	Q.M	F
Blocos	3	0,11	0,6 ^{NS}	0,2	5,7*
Tratamentos	4	0,12	0,7 ^{NS}	0,7	2,1 ^{NS}
Resíduo	12	0,18		0,3	
Total	19				

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 11: Quadrados médios da produção de óleo essencial de folhas e inflorescências, **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Folhas		Inflorescências	
		Q.M	F	Q.M	F
Blocos	3	1,9	1,1 ^{NS}	1,2	0,8 ^{NS}
Tratamentos	4	8,0	4,8*	5,9	3,8*
Resíduo	12	1,7		1,5	
Total	19				

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 12. Quadros médios das variáveis: rendimento de caule, folhas, inflorescências, produção de folhas/ (folha + caule), rendimento e produção de óleo essencial de folhas e inflorescências de *Ocimum selloi* população Paraná, em função dos diferentes tipos de adubação, nos cortes dois a cinco. BOTUCATU-SP, 2002-03

Causas de Variação	G. L.	Caule	Folha	Inflores.	F/ (F+C)	Rendimento de óleo essencial (%)			Produção de óleo essencial (g/ 16 plantas)	
						Folha	Inflores.	Folha	Folha	Inflores.
Blocos	3	61774,1 ^{NS}	32916,6 ^{NS}	27858,8*	41,9 ^{NS}	0,4*	0,7 ^{NS}	19,5 ^{NS}	2,3 ^{NS}	
Tratamentos de Adubação (A)	4	62904,0 ^{NS}	35514,1 ^{NS}	19367,6*	30,3 ^{NS}	0,2 ^{NS}	0,2 ^{NS}	15,8 ^{NS}	3,3*	
Resíduo (A)	12	28424,7	13923,9	5077,1	26,4	0,1	0,2	5,9	0,7	
Cortes (C)	3	218325,6**	111811,6**	502747,9**	586,5**	7,6**	2,9**	168,0**	35,6**	
Interação (A x C)	12	116519**	8093,6**	7055,0*	22,0 ^{NS}	0,2*	0,2 ^{NS}	14,1**	2,4 ^{NS}	
Resíduo (C)	45	4451,9	2393,0	3558,4	16,0	0,1	0,2	4,6	1,23	
C V % (A)		56,2	42,8	35,6	10,4	2,02	34,6	45,8	42,3	
C V % (C)		22,3	17,8	29,8	8,1	16,5	37,5	40,4	57,0	

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 5 kg/ m²; T3 = esterco bovino 2,5 kg/m² T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

Com relação à produção de fitomassa seca da parte aérea (caule, folha e inflorescência) no primeiro corte, houve diferença significativa entre os tratamentos, tendo os tratamentos orgânicos (T2 e T3), o maior rendimento (**TABELA 13**). O tratamento T2 se destacou dos demais, proporcionando maiores médias de fitomassa nas três partes avaliadas da planta. O tratamento T3 não diferiu significativamente dos tratamentos T4 e T5, quanto à produção de folhas e inflorescências. Os tratamentos minerais T4 e T5, não apresentaram diferença significativa entre si em nenhuma das partes da planta avaliadas.

Os resultados observados no primeiro corte, demonstraram um maior rendimento de caules, folhas e inflorescências dos tratamentos orgânicos T2 e T3, sendo provavelmente, provenientes de uma maior quantidade total dos macronutrientes NPK no esterco bovino curtido, quando comparado à quantidade de NPK no adubo mineral presentes nos tratamentos T4 e T5, havendo maior disponibilidade de N e P_2O_5 na adubação orgânica.

Outro fator que também explica estes resultados é a maior solubilidades dos nutrientes no adubo mineral, facilitando a lixiviação, gerando deficiência nutricional no solo e, conseqüentemente, para a planta. A liberação dos nutrientes oriundos da adubação orgânica para o solo é mais lenta e gradativa, sendo estes disponibilizados lentamente para a planta, supondo-se que estes estejam disponíveis à medida que a planta os necessita, o que proporciona uma nutrição mais eficaz.

Ming (1992), em trabalho realizado com *Lippia alba*, demonstrou que, quanto maior a dose de adubo orgânico, maior a fitomassa produzida, o que não foi observado no presente estudo. Chaves (2002), obteve resultados semelhantes, no primeiro corte de *Ocimum gratissimum*, afirmando que as doses crescentes de adubação orgânica, favoreceram o incremento na produção de caules, folhas e inflorescências.

TABELA 13: Média de produção (base seca) de folhas, caules e inflorescências do **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001

Tratamentos	Produção de fitomassa Base seca (g / 16 plantas)		
	Caule	Folhas	Inflorescências
T1	244,1 B	255,8 C	244,1 C
T2	586,8 A	468,9 A	591,4 A
T3	533,6 A	424,5 AB	471,0 AB
T4	294,5 B	327,7 BC	329,1 BC
T5	281,8 B	312,2 BC	297,6 BC
CV%	23,0	15,9	21,9

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)) Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

Resultados semelhantes foram obtidos por Nascimento e Fávero (2003). Em testes realizados com dosagens crescentes de adubo orgânico (húmus) em *Ocimum basilicum*, concluíram que este obteve aumento na produção de fitomassa aérea, respondendo positivamente à adubação. De acordo com Silva (2001) e Simon (1995), a produtividade de fitomassa de *Ocimum basilicum*, cultivar Genovese depende do fornecimento de nitrogênio para as plantas. O adubo orgânico pode atuar como precursor de promoção de crescimento nas plantas, o que pode acarretar aumento na produtividade (Ming, 1994).

Quanto à produção de folhas sobre o total de fitomassa produzida [folhas/ (folha + caule)], não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, como mostra a **TABELA 14**. As inflorescências da população São Paulo perdidas, não foram consideradas no cálculo da fitomassa total em nenhuma das populações, não sendo realizada a

análise de folhas/ (folha + caule + inflorescência), sendo estabelecida como fitomassa total, a produção de folhas somada a produção de caules.

TABELA 14: Percentual médio de produção (base seca) de folhas sobre o total de fitomassa produzida por 16 plantas [folhas/ (folha + caule) no **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido à diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001

Tratamentos	Produção de folhas/(folha + caule) Base seca (%)
T1	52,9 A
T2	44,1 A
T3	44,5 A
T4	52,7 A
T5	52,9 A
CV%	10,4

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)) Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

Avaliando-se a produção de caule das plantas submetidas aos diferentes tipos de adubação (tratamentos principais) nos cortes dois a cinco (tratamentos secundários), pode-se observar que houve diferença significativa entre os tratamentos, apenas no segundo corte, tendo os tratamentos orgânicos T2 e T3 o melhor resultado, porém, o tratamento T2 não diferiu significativamente dos tratamentos T1 e T4 (**TABELA 15**). Resultados semelhantes foram observados nas médias de produção de folhas (**TABELA 16**), destacando-se os tratamentos orgânicos T2 e T3 também no segundo corte, não diferindo significativamente, porém, o T3 do tratamento mineral T4. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para rendimento de caules e folhas, nos cortes três, quatro e cinco.

TABELA 15: Média de produção (base seca) de caules do **segundo ao quinto corte** de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de fitomassa seca (caules) (g/16 plantas)			
	Cortes			
	2	3	4	5
T1	335,1 BC	137,7 A	144,2 A	299,0 A
T2	533,4 AB	284,2 A	254,0 A	423,9 A
T3	581,6 A	242,8 A	213,4 A	348,4 A
T4	395,1 ABC	256,7 A	194,1 A	374,4 A
T5	288,1 C	201,1 A	217,7 A	272,9 A
CV% tratamentos	56,2			
CV% cortes	22,3			
DMS tratamentos	213,1			

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)) Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

TABELA 16: Média de produção (base seca) de folhas de *Ocimum selloi* população Paraná, do **segundo ao quinto corte**, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de fitomassa seca (folhas) (g/16 plantas)			
	Cortes			
	2	3	4	5
T1	309,2 C	159,0 A	195,9 A	240,6 A
T2	477,9 AB	254,1 A	306,7 A	308,3 A
T3	508,3 A	240,4 A	249,0 A	229,0A
T4	336,4 BC	236,0 A	273,8 A	251,2 A
T5	288,2 C	172,3 A	245,5 A	230,2 A
CV% tratamentos	42,8			
CV% cortes	17,8			
DMS tratamentos	150,9			

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

Em estudos realizados com adubação orgânica em *Ageratum conyzoides*, uma espécie herbácea, Ming (1996), não observou aumento no rendimento de caules. Mendonça et al. (2003), realizaram experimentos com *Melissa officinalis*, sendo as plantas submetidas a diferentes doses de adubos orgânicos (esterco bovino e biofertilizante comercial), associados ou não, obtendo-se aumento expressivo no rendimento de folhas, nos tratamentos com esterco bovino. Em experimentos com carqueja (*Baccharis trimera*), submetida a diferentes doses de adubação mineral (4 –14 – 8) e orgânica (esterco de curral curtido), obtiveram-se maiores rendimentos de fitomassa fresca e seca, assim como em altura de plantas, com adubação orgânica (DIAS e CAMARGO, 1996).

Comparando-se o efeito de adubação orgânica e mineral no rendimento de fitomassa de guaco (*Mikania glomerata*), foram obtidos maiores rendimentos de fitomassa nos tratamentos submetidos à adubação com nitrogênio na forma de sulfato de amônio (60 g/planta), sendo este incremento seis vezes superior ao rendimento da testemunha (PEREIRA et al., 1998).

Com relação aos cortes, pode-se observar uma uniformidade no comportamento dos tratamentos T1 e T5, quanto ao rendimento de caule (**FIGURA 8**), com redução da produção do segundo para o terceiro corte, mantendo-se esta baixa ainda no quarto corte, com discreto aumento, observando-se aumento expressivo no rendimento no quinto corte. Os demais tratamentos apresentaram queda de rendimento ainda no quarto corte, havendo aumento do mesmo no quinto corte.

Quanto à produção de folhas (**FIGURA 9**), todos os tratamentos apresentaram queda no rendimento do segundo para o terceiro corte, havendo novamente incremento no quarto corte, observando-se discreta elevação no rendimento de folhas do T3.

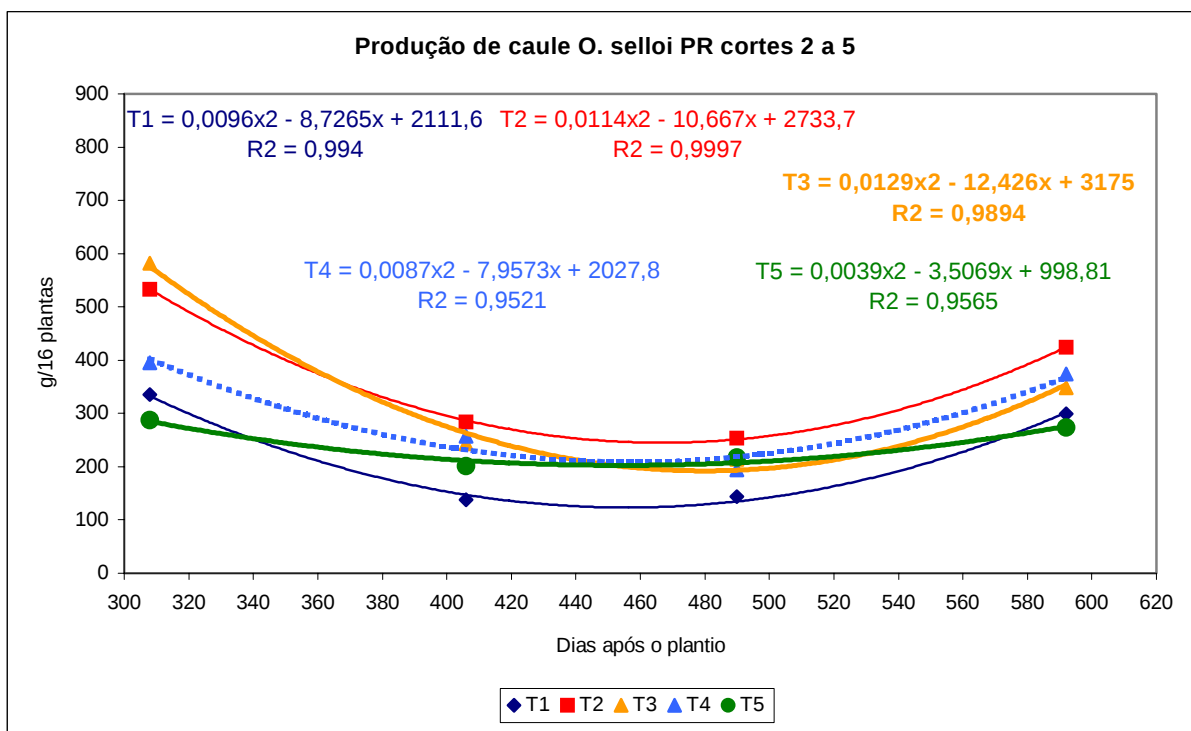


FIGURA 8. Médias de produção de caule (g/16 plantas) de *Ocimum selloi* população Paraná em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

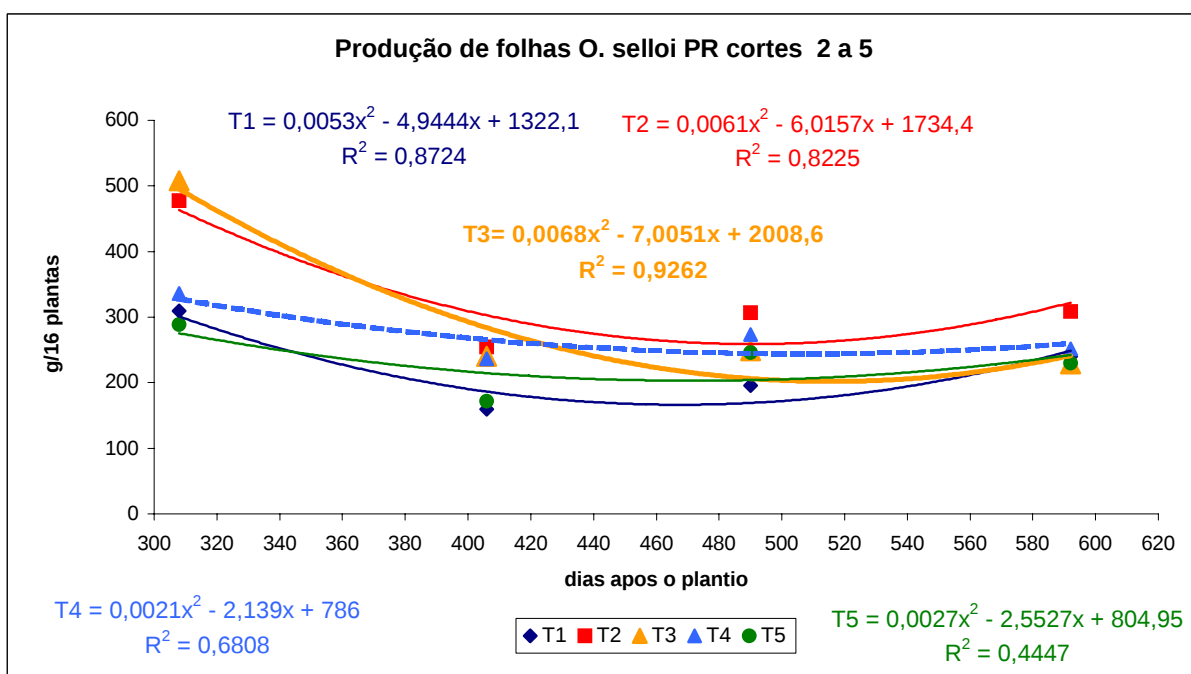


FIGURA 9. Médias de produção de folhas (g/16 plantas) de *Ocimum selloi* população Paraná em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

Nas plantas submetidas aos tratamentos T3 e T4 e T5 houve redução no rendimento de folhas no quinto corte, observando-se elevação no rendimento apenas no tratamento T1, já que o rendimento do tratamento T2, manteve-se estável.

Independentemente do tratamento de adubação, a maior produção de caules e folhas foi observada no segundo corte, realizado em março de 2002 (verão/outono).

Comparando-se o primeiro corte (**TABELAS 13 e 14**) com os demais (rebrotos) (**TABELAS 15 e 16**), notou-se que o rendimento de caule e folhas foi maior no segundo corte (exceto no tratamento T2 para caule e T5 para folhas) que o rendimento obtido no primeiro corte. No quinto corte ocorreu maior rendimento de caules que no primeiro nos tratamentos T1 e T4. Os demais cortes apresentaram médias inferiores ao primeiro corte.

Colheitas de *O. gratissimum* realizadas na Índia, durante a estação úmida e quente, proporcionaram incremento na produção de fitomassa, quando comparadas às colheitas realizadas no período mais frio e seco (CHOUDHURY et al., 1986). Estudos realizados por Czepac (1996), nos quais avaliaram-se as frequências de corte de *Mentha arvensis*, demonstraram que os menores rendimentos de fitomassa foram obtidos nos cortes efetuados no inverno. Pesquisas avaliando o efeito da sazonalidade associada à época de colheita na produção de fitomassa de *L. alba*, destacaram que os maiores rendimentos foram obtidos nos cortes realizados na primavera e no verão, sendo os menores obtidos no corte realizado no inverno (CASTRO, 2001).

O segundo e o quinto cortes, foram realizados em março/02 e janeiro/03 (verão), respectivamente, sendo estes meses, assim como os que antecederam as colheitas, caracterizados por altas temperaturas, insolação e pluviosidade, gerando um alto índice de evapotranspiração (**FIGURAS 2 a 5**). O aumento da evapotranspiração ocasiona,

conseqüentemente, um aumento na atividade fotossintética da planta, o que vai acarretar um aumento de produção.

O inverno em Botucatu -SP tem por característica baixas temperaturas, luminosidade e índice de pluviosidade. O terceiro corte foi realizado no mês de julho/02, quando as médias de insolação e temperaturas dos meses que antecedem ao corte foram baixas (**FIGURAS 2 e 5**), principalmente nos meses de maio e junho, sendo registrado no período, uma seca intensa (**FIGURA 3**). Isto pode ter contribuído para o baixo rendimento de fitomassa, já que, em função das condições ambientais, pode ter ocorrido uma redução na taxa fotossintética e de atividades enzimáticas. O quarto corte, apesar de ter sido realizado em setembro/02, apresentou resultados semelhantes ao terceiro corte, em função de o desenvolvimento das plantas ter ocorrido durante o inverno.

A radiação solar intervém diretamente sobre o crescimento e desenvolvimento da planta, e indiretamente, pelos efeitos no regime térmico, sendo fundamental à produção de fitomassa. É igualmente importante no condicionamento da evaporação e da evapotranspiração. Tanto a temperatura do ar como a do solo, afetam os processos de crescimento e de desenvolvimento das plantas. Cada germoplasma apresenta limites térmicos mínimos, máximos e ótimos, para cada estágio de desenvolvimento (fenologia) (ORTOLANI e CAMARGO, 1987).

Estudos realizados por Halva et al. (1992) no cultivo de *Anethum graveolens* sob quatro tipos de luminosidade (100 %, 70 %, 50 % e 30%) demonstraram uma redução no número de folhas e na altura de planta, à medida que a luminosidade decrescia, sugerindo uma relação direta entre o rendimento de fitomassa aérea e a atividade fotossintética.

O fator hídrico afeta significativamente o crescimento e desenvolvimento da planta como um todo. A frequência e a intensidade do estresse hídrico constituem fatores de suma importância para a limitação da produção agrícola mundial (ORTOLANI e CAMARGO, 1987). Sua falta e seu excesso causam efeitos desastrosos para o desenvolvimento vegetal. As culturas consomem durante o seu ciclo de desenvolvimento um grande volume de água, porém, 98% deste volume, apenas passa pela planta, perdendo-se posteriormente pelo processo de transpiração (REICHARDT, 1978, HAAG, 1987).

Existem limites ótimos de umidade para o desenvolvimento da planta. A retirada de água pelo sistema radicular pressupõe que no equilíbrio hídrico do sistema solo-raiz, encontra-se um dos problemas fundamentais da agricultura. O excesso de água no solo pode alterar processos químicos e biológicos, limitando a quantidade de oxigênio e acelerando a formação de compostos tóxicos à raiz. Por outro lado, a percolação intensa da água provoca a remoção de nutrientes e inibição do crescimento normal da planta. Os excedentes hídricos, embora importantes, apresentam menos problemas que a seca. A deficiência hídrica, caracterizada por diferentes formas e intensidades, é a principal causa de perda de produtividade (ORTOLANI e CAMARGO, 1987).

As médias de produção de inflorescências (**TABELA 17**) demonstraram significância entre os diferentes tratamentos principais (adubação), no segundo e terceiro cortes. No segundo corte, os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram as melhores médias, não diferindo, porém, o T2 dos tratamentos T1 e T5. No terceiro corte, a menor produção de inflorescências foi obtida pela testemunha (T1) (284,6 g/16 plantas), porém, esta não diferiu estatisticamente dos tratamentos T3 (393,9 g/16 plantas) e T5 (340,5 g/16 plantas). O quarto corte apresentou as menores médias de rendimento. Notou-se que, no quarto e quinto

cortes, não houve nenhuma correlação entre o tipo de adubação ou da dose utilizada no rendimento das inflorescências.

TABELA 17: Média de produção (base seca) de inflorescência de *Ocimum selloi* população Paraná, do **segundo ao quinto corte**, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de fitomassa seca (inflorescências) (g/16 plantas)			
	Cortes			
	2	3	4	5
T1	205,5 B	284,6 B	38,9 A	74,9 A
T2	315,0 AB	437,0 A	51,1 A	86,3 A
T3	343,7 A	393,9 AB	43,9 A	91,9 A
T4	347,4 A	449,8 A	48,5 A	86,3 A
T5	206,6 B	340,5 AB	49,9 A	112,5 A
CV% tratamentos	35,6			
CV% cortes	29,8			
DMS tratamentos	125,4			

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

Estes resultados diferem dos obtidos por Vieira et al. (2001), quando os autores relataram que maiores rendimentos de capítulos florais de camomila (*Matricaria chamomilla* L.) foram obtidos de plantas oriundas dos tratamentos nos quais foram utilizadas as maiores doses de nitrogênio, associadas à cama de aviário.

Avaliando-se o comportamento dos tratamentos nos diferentes cortes realizados, observou-se queda muito brusca na produção de inflorescências no quarto corte em

todos os tratamentos, com incremento na produção no quinto corte. O terceiro corte apresentou as maiores médias de produção para todos os tratamentos, sendo este resultado diferente das folhas, pois o mesmo ocorrera em junho/02, época de baixa temperatura, pluviosidade e luminosidade. Nenhum dos tratamentos apresentou R^2 significativo na análise de variância realizada.

O tempo para se chegar ao estágio de início da floração é controlado pela temperatura média do ambiente, sendo característico para a espécie e, dentro da espécie, para as cultivares, sendo determinante para a caracterização da duração do ciclo da cultura. A produtividade de uma cultura em locais diferentes, recebendo o mesmo manejo, será bastante distinta em função da duração do ciclo, que é controlado pela temperatura ambiente (PIMENTEL, 1998).

Comparando-se a produção de inflorescências do primeiro com os demais cortes efetuados (**TABELAS 13 e 17**), pode-se observar que o primeiro corte foi superior ao segundo (exceto no tratamento T4), quarto e quinto cortes, sendo superior ao terceiro corte apenas nos tratamentos orgânicos.

Um dos fatores que pode exemplificar a menor produção no quinto corte, para caules, folhas e inflorescências, comparando-se ao segundo, é a idade da planta. No segundo corte, as plantas têm 10 meses, sendo este o primeiro rebroto. No quinto corte, as plantas têm quase o dobro da idade (19 meses após o transplântio), sendo o quarto rebroto da cultura.

A produção de folhas sobre a produção total de folhas + caules, não teve diferenças significativas entre os tratamentos em nenhum dos cortes (**TABELA 18**), apresentando o tratamento T1, a maior média geral (51,6 g/16 plantas) em valores absolutos.

De acordo com a **FIGURA 10**, pode-se notar que não houve variações bruscas entre os cortes. Isto pode ser explicado em função do comportamento isolado de rendimento de caules e folhas (**TABELAS 15 e 16**), nos cortes dois a cinco, pois os tratamentos apresentaram tendências semelhantes na maioria dos cortes.

TABELA 18: Percentual médio de produção (base seca) de folhas sobre (folha + caule) de *Ocimum selloi* população Paraná, do **segundo ao quinto corte**, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de folhas/ (folhas + caules)				Médias dos tratamentos
	Base seca (%)				
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	48,5	54,2	58,7	45,0	51,6 A
T2	47,3	47,1	56,0	41,8	48,1 A
T3	47,2	49,9	54,29	44,2	48,9 A
T4	49,0	47,2	58,62	40,2	48,8 A
T5	51,3	45,9	56,0	46,8	50,0 A
Médias dos cortes	48,4	48,9	56,7	43,6	---
CV% tratamentos	10,4				
CV% cortes	8,1				
DMS tratamentos	5,8				

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

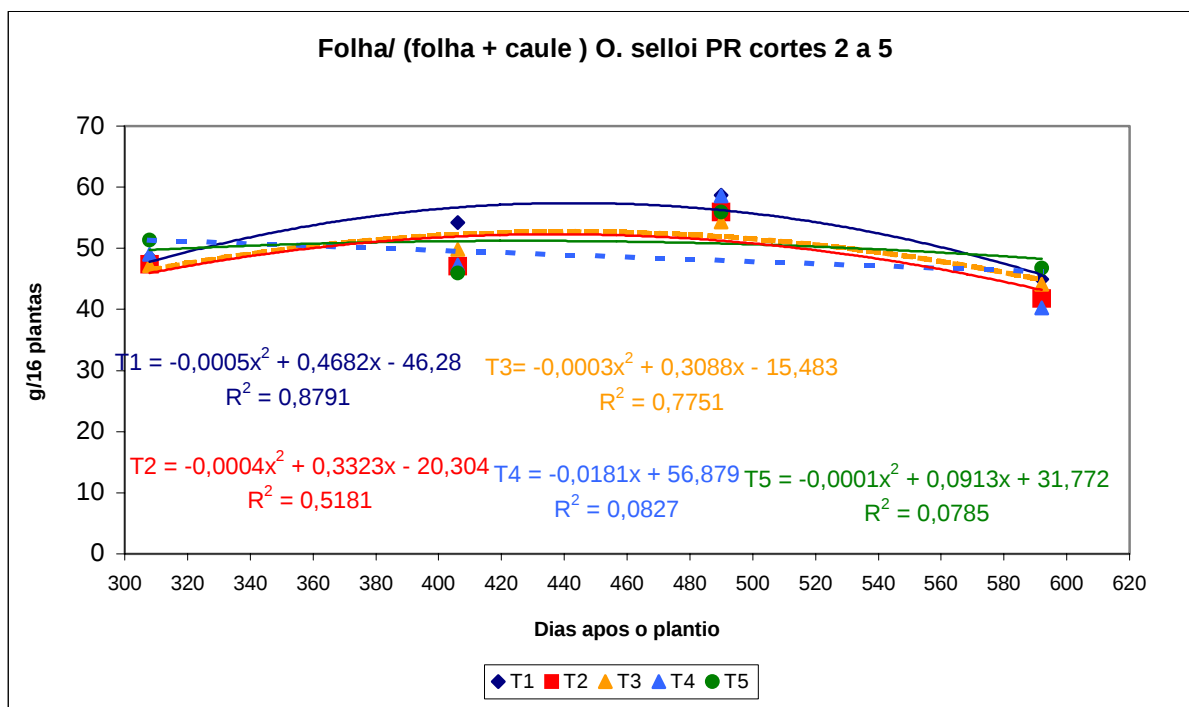


FIGURA 10. Percentual médio de produção de folhas/(folha + caule) de *Ocimum selloi* população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

É válido ressaltar que a influência da sazonalidade sobre a cultura deve ser respeitada, para que se escolham as melhores épocas de plantio e colheita, obtendo-se assim condições ambientais favoráveis ao crescimento e desenvolvimento da planta.

6.2.2. Rendimento e produção de óleo essencial

Com relação ao rendimento de óleo essencial nas folhas e inflorescências, no primeiro corte (**TABELA 19**), os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade, para ambas as partes da planta. As inflorescências apresentaram um percentual de óleo essencial inferior ao percentual apresentado pelas folhas, sendo, porém, esta diferença mais acentuada nos tratamentos T2 e T5 (50,0 e 29,0 % a menos de óleo nas inflorescências., respectivamente).

TABELA 19: Percentual médio de rendimento de óleo essencial de *Ocimum selloi* população Paraná em função de adubação orgânica, mineral e ausência de adubação no **primeiro corte**. BOTUCATU-SP, 2001

Tratamento	(%) Rendimento de óleo essencial (g/16 plantas)	
	Folhas	Inflorescências
T1	1,0 A	0,9 A
T2	1,4 A	0,7 A
T3	1,2 A	0,9 A
T4	1,2 A	1,0 A
T5	1,5 A	1,1 A
CV%	34,3	20,2

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

O óleo essencial obtido de folhas de *O. gratissimum* também apresentou maior percentual de rendimento que o óleo extraído de inflorescências, como foi

mostrado por Chaves (2002). Estudando dois acessos de *O. selloi*, ambos oriundos de Minas Gerais, Martins (1998), relata que foi observado maior conteúdo de óleo essencial nas inflorescências, o que difere do resultado encontrado no presente estudo.

O rendimento do óleo essencial da parte aérea (folhas e inflorescências) de *O. basilicum* não foi influenciado pelas doses de matéria orgânica (húmus), como relatado por Nascimento e Fávero (2003), sendo, porém, o rendimento obtido, superior aos relatos da literatura.

Investigando a influência de aplicações de doses crescentes de nitrogênio no teor de óleo essencial de várias espécies do gênero *Mentha*, Singh et al. (1989) concluíram que há uma relação direta do aumento das doses com o incremento do teor de óleo essencial.

Segundo Von Hertwig (1991), a poda das inflorescências pode aumentar o teor de óleo essencial nas folhas. Tal manejo poderá aumentar a produção global de óleo, porém, há a necessidade de se desenvolver estudos mais aprofundados para que se determine sua efetividade, assim como, para que se determine o melhor estágio para a colheita das inflorescências e o melhor intervalo de tempo entre a colheita destas e das folhas.

Avaliando-se a produção de óleo essencial de folhas e inflorescências (% de rendimento de óleo X rendimento de fitomassa correspondente, expressa em g /16 plantas), pode-se observar que o tratamento T1 apresentou a menor média de produção de óleo para ambas as partes da planta, não diferindo significativamente dos tratamentos T3, T4 e T5, apresentando diferença significativa para o tratamento T2 (**TABELA 20**).

TABELA 20: Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de folhas e inflorescências de *Ocimum selloi* população Paraná em função de adubação orgânica, mineral e ausência de adubação no **primeiro corte**. BOTUCATU-SP, 2001

Tratamento	Produção de óleo essencial (g /16 plantas)	
	Folhas	Inflorescências
T1	2,6 B	2,2 B
T2	6,3 A	5,4 A
T3	5,1 AB	4,3 AB
T4	3,7 AB	3,2 AB
T5	4,3 AB	3,1 AB
CV%	29,9	34,0

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

Com relação ao rendimento de óleo essencial de folhas de *Ocimum selloi* oriundo da população Paraná nos cortes dois a cinco, pode-se observar que, houve interação significativa entre os tratamentos apenas no segundo corte (**TABELA 21**), no qual os tratamentos T2, T3 e T4 apresentaram os maiores percentuais de rendimento (2,4; 2,9 e 2,3 % respectivamente), não diferindo os tratamentos T2 e T4 dos tratamentos T1 (2,1%) e T5 (2,0%). Estes resultados assemelham-se aos dados publicados por Chaves (2002), nos quais o autor cita que não foram observadas diferenças significativas entre as diferentes doses de adubo orgânico (esterco de poedeira) no rendimento de óleo essencial de folhas de *O. gratissimum*, sendo estas significativas apenas no rendimento de óleo em inflorescências. A dose de 4 kg/m² de esterco de poedeira apresentou o maior percentual de rendimento de óleo, não se diferenciando estatisticamente, porém, da dose 8 kg/m².

TABELA 21: Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas de *Ocimum selloi* população Paraná, do **segundo ao quinto corte**, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003

Tratamentos	% de rendimento de óleo essencial (folhas)			
	CORTES			
	2	3	4	5
T1	2,1 B	0,9 A	1,3 A	2,0 A
T2	2,4 AB	1,2 A	1,3 A	1,9 A
T3	2,9 A	1,0 A	1,5 A	2,0 A
T4	2,3 AB	0,9 A	1,5 A	2,3 A
T5	2,0 B	1,1 A	1,1 A	2,1 A
CV% tratamentos	20,2			
CV% cortes	16,5			
DMS tratamentos	0,6			

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

Experimentos com adubo orgânico (esterco de curral curtido) e adubação NPK + micronutrientes, sozinhos ou associados, em diferentes doses, sobre *Melissa officinalis*, demonstraram que o maior rendimento de óleo essencial foi obtido com os tratamentos orgânicos, seguido dos tratamentos organo-minerais. Observou-se um aumento no número de glândulas secretoras (SHALABY et al., 1993).

Kamada et al (1999), avaliando a plasticidade fenotípica do óleo essencial em acessos de manjerição (*Ocimum spp.*), sendo estes manjerição branco, manjerição roxo e basilicão, utilizaram-se de quatro tratamentos: ausência de adubação; adubação orgânica (esterco de curral curtido); adubação mineral e adubação organo-mineral. No tratamento sem adubação, houve aumento do óleo essencial do manjerição branco. O

basilicão apresentou maior rendimento de óleo quando submetido à adubação orgânica, enquanto que o manjerição roxo não apresentou diferença significativa no rendimento de óleo entre os tratamentos.

Avaliando-se a tendência dos tratamentos em cada um dos quatro cortes, pode-se observar que, exceto para o T5, houve uma redução no rendimento de óleo essencial de folhas no terceiro corte, voltando a se observar incremento no rendimento do mesmo no quarto e principalmente no quinto cortes (**FIGURA 11**). O tratamento T5 apresentou redução no rendimento de óleo essencial no terceiro e quarto corte, sendo este elevado no quinto corte.

O óleo essencial de *Lippia alba*, apresentou maiores percentagens de rendimento nos cortes realizados na primavera e no verão, sendo o seu rendimento reduzido quando os cortes foram realizados no outono e no inverno (CASTRO, 2001). Já Chaves (2002), obteve rendimentos superiores em óleos essenciais de folhas de *O. gratissimum* quando estas eram provenientes de cortes efetuados na primavera, porém, as inflorescências responderam melhor em corte realizado no inverno, obtendo-se então maiores rendimentos de óleo essencial.

O segundo e o quinto cortes de *O. selloi*, ocorreram em março/02 (verão/outono) e janeiro/03 (verão), sendo, como já anteriormente citado, meses quentes, de alta pluviosidade e radiação solar, assim como os meses que antecederam os cortes. Isto indica que estas condições são propícias para o aumento no rendimento de óleo essencial em *O. selloi*, significando que a produção de óleo essencial de folhas esteja relacionada com a atividade fotossintética.

Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos nos cortes dois a cinco, quando se avaliou o rendimento de óleo essencial de inflorescências de *O. selloi* (TABELA 22), apresentando o tratamento T3 a maior média em valores absolutos. Observando-se a FIGURA 12, pode-se notar que os tratamentos T1, T2 e T4, apresentaram a mesma tendência nos cortes avaliados, obtendo-se alto rendimento no corte dois, baixo rendimento no terceiro corte, aumentando nos cortes subsequentes. Os tratamentos T3 e T5, apresentaram redução no rendimento de óleo no quinto corte, mantendo a mesma tendência dos demais tratamentos nos cortes anteriores.

TABELA 22: Percentual de rendimento médio de óleo essencial de inflorescências de *Ocimum selloi* população Paraná, do **segundo ao quinto corte**, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	% de rendimento de óleo essencial (inflorescências)				Médias dos tratamentos
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	1,2	0,8	1,3	1,4	1,2 A
T2	1,3	0,5	1,4	1,4	1,1 A
T3	1,8	0,7	1,7	1,4	1,4 A
T4	1,1	0,5	1,1	1,9	1,2 A
T5	1,2	0,7	1,4	1,1	1,1 A
Médias dos cortes	1,3	0,6	1,4	1,4	---
CV% tratamentos	34,6				
CV% cortes	37,5				
DMS tratamentos	0,46				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

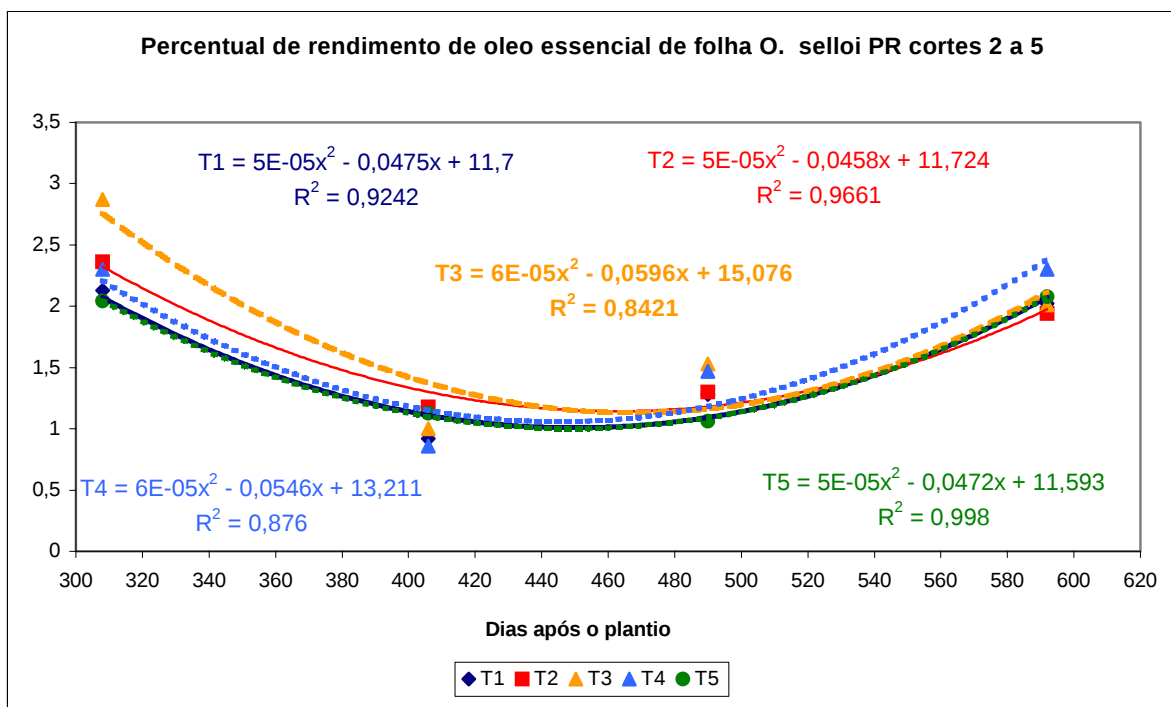


FIGURA 11. Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas de *Ocimum selloi* população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

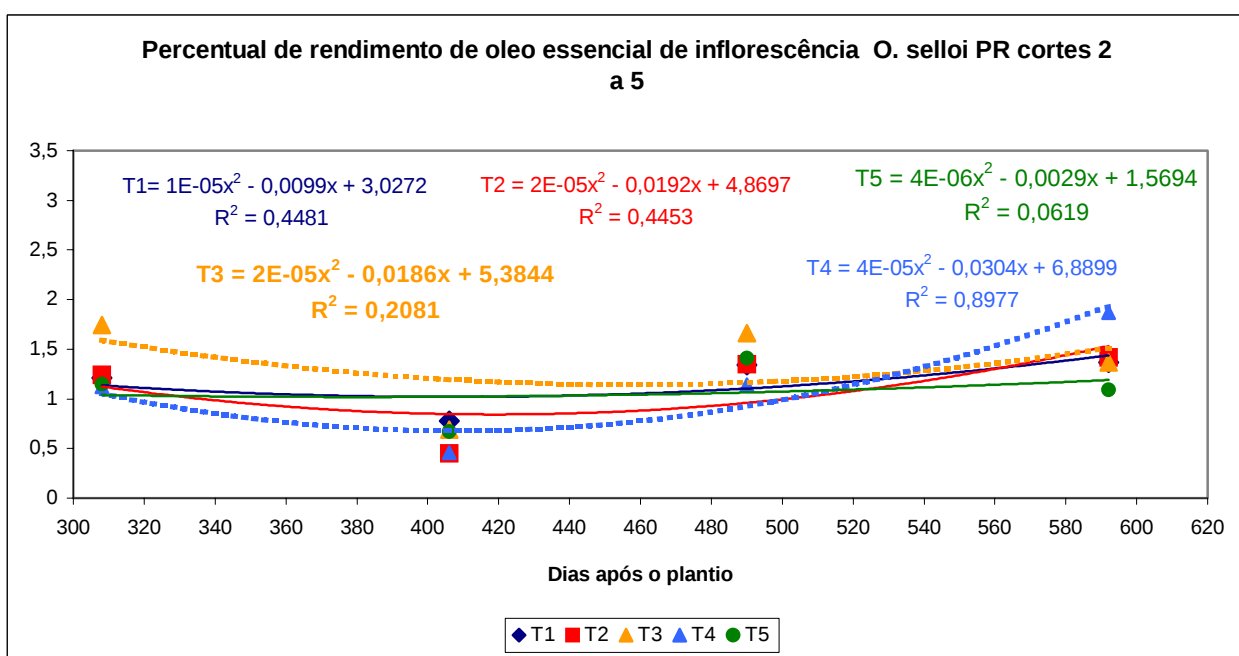


FIGURA 12. Percentual de rendimento médio de óleo essencial de inflorescências de *Ocimum selloi* população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

Observou-se que o rendimento de óleo essencial de folhas e inflorescências nos cortes dois, quatro e cinco foi superior ao rendimento dos mesmos no primeiro corte, não havendo interferência da juvenilidade da planta no percentual de óleo, já que no primeiro corte, as plantas foram obtidas de mudas (sementeira) e nos demais cortes, as plantas foram rebrotos dos cortes anteriores.

Avaliando a influência da sazonalidade no rendimento de óleo essencial em *Salvia officinalis*, Putievsky et al. (1986) concluíram que o maior rendimento fora obtido no primeiro ano de cultivo, em corte efetuado no verão.

Avaliando-se a produção de óleo essencial de folhas e inflorescências (% de rendimento de óleo X rendimento de fitomassa correspondente, expressa em g/16 plantas), pode-se observar que, para folhas, os tratamentos orgânicos T2 e T3 obtiveram a maior produção no segundo corte (1,2 e 1,5 g/ 16 plantas respectivamente), não sendo, porém, o T2 estatisticamente diferente do tratamento mineral T4 (8,0 g/ 16 plantas) (**TABELA 23**). No terceiro, quarto e quinto cortes, não houve diferença significativa, observando-se tendência semelhante entre os tratamentos nos mesmos. Observou-se redução na produção de óleo no terceiro corte, seguida de leve aumento no quarto corte, sendo este pouco mais expressivo no quinto corte, porém, ainda com médias inferiores às médias do segundo corte (**FIGURA 13**).

Quanto à produção de óleo essencial em inflorescências, a interação entre os tratamentos principais e secundários não foi significativa, havendo, porém, diferença significativa para tratamentos, sendo do tratamento T3 a melhor média (2,7 g/ 16 plantas), não sendo este estatisticamente diferente dos tratamentos T2 (2,0 g/ 16 plantas) e T4 (1,9 g/ 16 plantas) (**TABELA 24**).

TABELA 23: Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de folhas de *Ocimum selloi* população Paraná, do **segundo ao quinto corte**, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de óleo essencial de folhas (g/16 plantas)			
	Cortes			
	2	3	4	5
T1	6,5 C	1,5 A	2,7 A	4,9 A
T2	11,5 AB	2,9 A	4,2 A	6,0 A
T3	14,6 A	2,3 A	3,8 A	5,5 A
T4	8,0 BC	2,1 A	3,9 A	6,2 A
T5	6,1 C	2,0 A	2,8 A	4,8 A
CV% tratamentos	45,8			
CV% cortes	40,4			
DMS tratamentos	2,7			

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

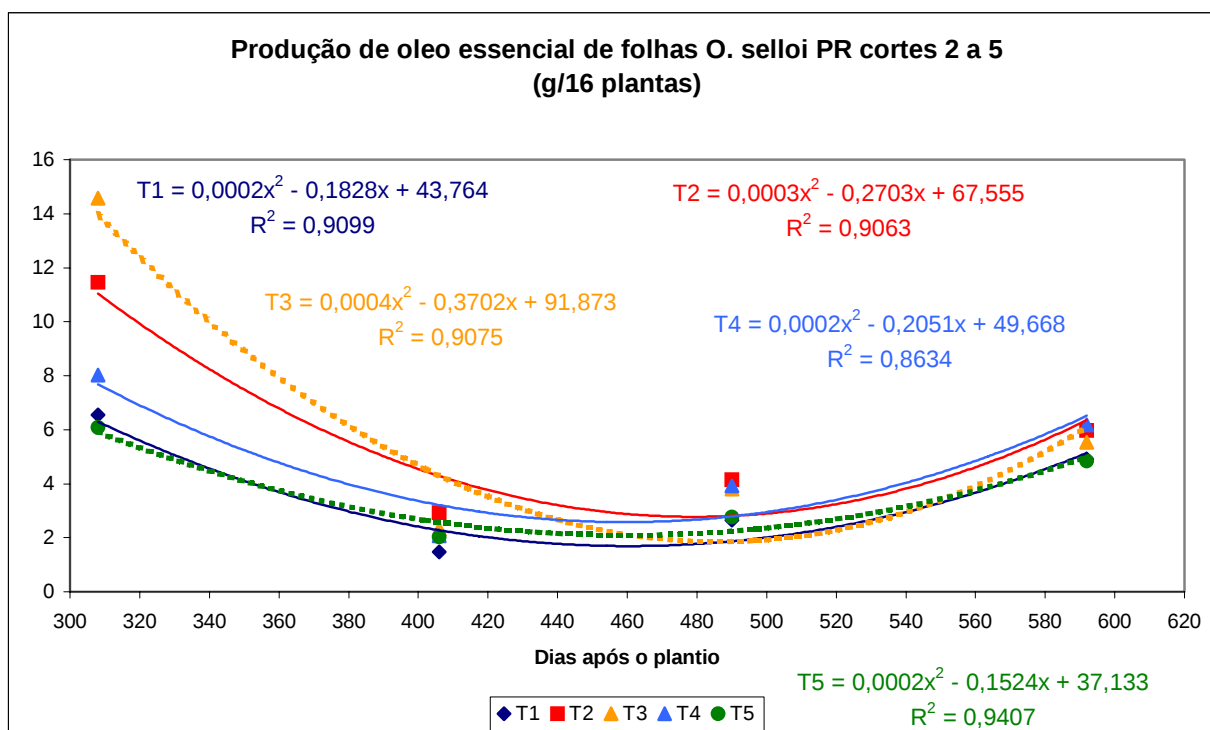


FIGURA 13. Produção de óleo essencial de folhas de *Ocimum selloi* população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

Com relação aos cortes, notou-se menor produção, em valores absolutos, no quarto corte (**FIGURA 14**), apresentando todos os tratamentos, tendências semelhantes. Apenas o tratamento T1 não apresentou R^2 significativo ($R^2 = 0,7145$). Estes resultados estão relacionados ao baixo rendimento de inflorescências no quarto corte, que, conseqüentemente, acarretam redução na produção de óleo essencial.

Os resultados acima descritos demonstram a influência da sazonalidade no desenvolvimento da planta. A queda de temperatura, diminuição da insolação e da pluviosidade, reduzem o crescimento foliar, bem como o percentual de óleo essencial, pois estes fatores encontram-se relacionados com a redução de atividades enzimáticas e, conseqüentemente, fotossintéticas, o que acarreta redução na produção de óleo essencial em folhas e inflorescências.

TABELA 24: Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de inflorescências de *Ocimum selloi* população Paraná, do segundo ao quinto corte, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

BOPECARF-SI, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de óleo essencial de inflorescências (g/16 plantas)				Médias dos tratamentos
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	2,5	2,3	0,6	1,0	1,6 B
T2	3,9	2,0	0,7	1,4	2,0 AB
T3	6,3	2,4	0,8	1,3	2,7 A
T4	3,6	1,9	0,5	1,7	1,9 AB
T5	2,4	2,1	0,8	1,0	1,6 B
Médias dos cortes	3,7	2,2	0,7	1,3	
CV% tratamentos	42,3				
CV% cortes	56,9				
DMS tratamentos	0,9				

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 189 DAP (primavera); 2º - 308 DAP (verão/outono); 3º - 406 DAP (outono/inverno); 4º - 490 DAP (inverno/primavera); 5º - 592 DAP (verão).

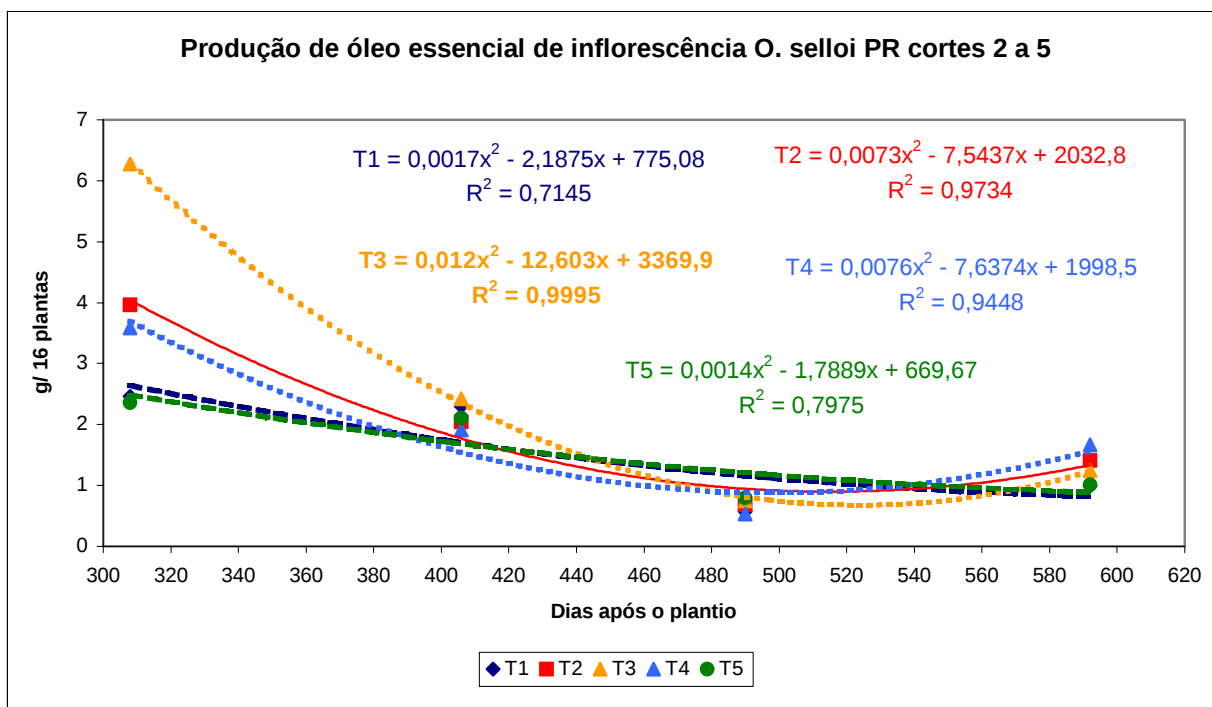


FIGURA 14. Produção (g/16 plantas) de óleo essencial de inflorescências de *Ocimum selloi* população Paraná, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

6.2.3. Composição química do óleo essencial

O óleo essencial de folhas e inflorescências de *O. selloi* oriundo da população Paraná, apresentou os seguintes constituintes: trans - β -ocimeno, α -copaeno, β -bourboneno, trans-cariofileno, germacreno -D, β - selineno, biciclogermacreno, (E,E) α -farneseno, δ - cadineno, β -copaeno-4- α -ol e elimicina, sendo este último, o componente majoritário desta população.

A elimicina é um composto pertencente à classe dos fenilpropanóides, e está presente no óleo da noz-moscada (25%) (SHULGIN, 1963; BRAUN E KALBHEN, 1973; SPRICIGO et al., 1999), sendo responsável, juntamente com outros componentes, pelo aroma característico da espécie. Apresenta estrutura similar à mescalina e ao safrol, sendo este precursor de vários análogos da anfetamina, composto altamente tóxico (<http://qmc.ufsc/qmcweb/artigos/ecstasy.html>). A elimicina apresenta atividade hepatocarcinogênica (Buchanan, 1978), anti-histamínica, antiserotínica, alucinógena, inibidora de agregação plaquetária in vitro (SHULGIN, 1963; CESÁRIO DE MELLO e CARLINI, 1973). Também encontrada em espécies como *Melaleuca squamophloia* (tea tree), apresentando teor de mais de 80 % (http://www.hotkey.net.au/~macs_oils/plant15.htm).

Pode-se observar a presença de rotas biossintéticas distintas, com a presença de terpenóides como o trans - β -ocimeno (monoterpeno), o trans-cariofileno, germacreno -D e β - selineno (sesquiterpenos), que derivam da via do mevalonato, assim como a presença de fenilpropanóides, como a elimicina, que são derivados do chiquimato (ou ácido chiquímico).

Nas **TABELAS 25 a 28**, encontram-se os percentuais médios dos constituintes do óleo essencial de folhas e inflorescências de *Ocimum selloi* oriundas do segundo ao quinto corte, respectivamente.

Na **TABELA 25**, encontram-se os percentuais médios dos componentes encontrados no óleo essencial extraído de folhas e inflorescências de *Ocimum selloi* oriundas do primeiro corte.

Observou-se, no primeiro corte, que, alguns componentes se encontram em maior concentração em determinados tratamentos, porém, não foi observada nenhuma diferença brusca entre os tratamentos e entre as partes da planta, exceto para o trans- β -ocimeno em inflorescências, que apresentou redução de 52,9% do tratamento T1 para o tratamento T3 (6,8 e 3,2 % respectivamente) e para o trans-cariofileno, que em inflorescências obteve redução de 26,7% do tratamento T1 (11,6%) para o tratamento T2 (8,5%) e, em folhas, redução de 29 % quando se compararam os mesmos tratamentos (10,7 % e 7,6 % respectivamente).

No segundo corte (**TABELA 26**), nas inflorescências, o tratamento T4 apresentou o percentual de elimicina mais baixo (46,7%) sendo o maior percentual, obtido pelo tratamento T5 (58,7 %), o que confere uma diferença de 20,4% a menos de elimicina no óleo essencial de inflorescências submetidas ao tratamento T4. Nas folhas, o tratamento T4 obteve o maior percentual de elimicina (59,2%), apresentando o tratamento T2 a menor média (55,5 %).

O trans- β -ocimeno apresentou o menor percentual em folhas no tratamento T1 (4,6%) e o maior no tratamento T2 (7,1%), sendo esta diferença de 35,2 %.

TABELA 25. Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas e inflorescências da população Paraná, **primeiro corte**, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Substância	Folhas (%)					Inflorescências (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
trans- β -ocimeno	6,4	7,5	6,4	6,4	8,1	6,8	5,7	3,2	4,5	5,0
α -copaeno	1,4	1,5	1,5	1,7	1,6	1,8	1,8	1,8	1,9	1,7
β -bourboneno	0,9	0,8	0,8	0,9	0,9	1,4	1,1	1,6	1,5	1,5
trans-cariofileno	10,7	7,6	8,9	8,2	9,6	11,6	8,5	10,3	10,2	10,4
germacreno-D	9,0	8,1	8,0	7,8	8,6	7,8	7,1	8,2	7,7	7,3
β -Selineno	4,1	4,0	3,9	4,7	4,5	4,6	5,4	5,5	6,1	5,8
biciclogermacreno	8,4	7,2	7,1	6,8	8,0	7,7	7,3	8,3	8,1	8,0
(E,E)-alfa-farneseno	2,9	3,0	2,8	2,7	3,0	1,9	1,6	1,8	2,0	1,7
δ -cadineno	2,6	2,0	2,0	1,9	2,0	2,3	2,2	2,5	2,4	2,2
elimicina	44,1	46,8	47,4	45,5	42,5	42,3	45,9	41,6	41,5	42,0
β -copaen-4- α -ol	1,2	1,4	1,5	2,0	1,6	2,2	2,3	2,6	2,4	2,4

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio - 105 kg/ha).

TABELA 26 Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas e inflorescências da população Paraná, **segundo corte**, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.

Substância	Folhas (%)					Inflorescências (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
trans- β -ocimeno	4,6	7,1	6,4	5,5	5,7	4,3	4,3	5,3	4,9	3,1
α -copaeno	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,5	1,5	1,4	1,6	1,3
β -bourboneno	1,1	0,9	1,3	0,8	1,0	1,0	1,2	0,9	0,9	0,9
trans-cariofileno	8,5	8,0	7,2	7,7	7,5	8,6	8,1	9,9	10,7	8,7
germacreno-D	7,4	7,3	7,6	6,3	6,8	7,5	6,8	7,2	7,8	5,8
β -Selineno	4,0	3,8	3,9	4,0	4,0	5,3	4,8	5,1	6,5	5,1
biciclogermacreno	6,5	6,3	6,6	5,8	6,2	7,5	6,8	7,5	8,8	6,6
(E,E)-alfa-farneseno	2,7	2,7	2,9	2,2	2,6	2,0	1,8	1,8	1,9	1,1
δ -cadineno	1,9	1,9	1,9	1,6	1,7	2,3	2,1	2,3	2,5	1,9
elimicina	57,1	55,5	57,5	59,2	56,8	54,9	56,1	53,0	46,7	58,7
β -copaen-4- α -ol	1,5	1,0	0,9	1,3	1,2	1,6	1,9	1,6	1,9	2,2

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio - 105 kg/ha).

No terceiro corte, observou-se comportamento inverso para o trans- β -ocimeno em folhas, quando comparado ao segundo corte. Neste, o tratamento T2 apresentou o menor percentual médio de trans- β -ocimeno (4,2 %), sendo o maior percentual apresentado pelo tratamento T5 (8,3%). O percentual de elimicina em folhas no tratamento T5 (42,3 %), o

menor observado neste corte para este composto, foi 22,7 % menor que o tratamento T2 (54,7%). O óleo essencial das folhas apresentou maior concentração de elimicina que o óleo essencial de inflorescências, exceto para o tratamento T5 (**TABELA 27**).

TABELA 27. Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas e inflorescências da população Paraná, **terceiro corte**, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.

Substância	Folhas (%)					Inflorescências (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
trans- β -ocimeno	7,6	4,2	7,6	7,6	8,3	3,2	3,4	3,2	2,1	3,5
α -copaeno	1,6	1,5	1,8	1,7	1,5	2,8	2,8	2,8	2,9	3,3
β -bourboneno	1,6	0,9	1,5	1,5	1,4	3,3	2,9	3,3	3,2	3,3
trans-cariofileno	10,1	8,7	9,1	9,1	9,5	8,9	9,3	6,9	7,3	7,6
germacreno-D	7,4	7,8	7,5	7,9	8,2	5,4	6,7	4,1	4,7	4,1
β -selineno	5,2	4,4	5,3	5,6	4,8	10,9	8,9	11,2	28,1	10,8
biciclogermacreno	7,6	7,1	7,5	8,1	8,0	8,6	8,6	6,8	7,3	7,1
(E,E)-alfa-farneseno	2,4	2,0	2,8	3,1	3,1	1,4	1,6	0,7	1,0	0,6
δ -cadineno	2,2	2,5	2,3	2,3	2,3	2,6	2,9	2,0	2,4	2,3
elimicina	43,2	54,7	45,5	43,5	42,3	34,8	37,6	39,2	41,2	45,0
β -copaen-4- α -ol	3,3	3,0	2,5	3,4	2,3	6,3	5,5	6,5	6,7	6,2

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio - 105 kg/ha).

No quarto corte, a elimicina demonstrou diferenças entre os tratamentos, sendo, em inflorescências, o tratamento T3 o que obteve o melhor resultado (54,4 %) e, o tratamento T4, o que obteve o resultado mais baixo (37,6 %), sendo a diferença entre estes de 30,9 % a menos no tratamento T4. Nas folhas, esta diferença foi menor (25%), sendo esta entre os tratamentos T1 (33,1 %) e T2 (44,1 %), a menor e a maior média, respectivamente (**TABELA 28**). A composição química do óleo essencial de folhas de *O. selloi* da população Paraná demonstrou ter maior concentração de trans- β -ocimeno, trans-cariofileno, germacreno-D e biciclogermacreno que as inflorescências. Estas apresentaram maior concentração de elimicina, quando comparadas às folhas. O composto β -selineno obteve comportamento irregular em ambas as partes da planta.

No quinto corte (**TABELA 29**), foram observadas diferenças entre os tratamentos para alguns componentes. O trans-cariofileno em inflorescências apresentou o percentual mais alto no tratamento T5 (9,2 %) e o menor no tratamento T3 (6,4 %), sendo esta diferença de 30,4 % a menos no tratamento T3. A elimicina, também em inflorescências, apresentou comportamento inverso ao apresentado pelo trans-cariofileno, pois o tratamento T5 apresentou o menor percentual (54,8 %), tendo obtido o tratamento T3, o percentual mais expressivo (62,2 %) o que ocasionou um diferencial de 11,9 % a menos no tratamento T5.

TABELA 28. Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas e inflorescências da população Paraná, **quarto corte**, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.

Substância	Folhas (%)					Inflorescências (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
trans- β -ocimeno	6,8	9,0	7,7	8,7	5,3	1,5	1,1	1,4	1,1	1,8
α -copaeno	1,9	1,5	1,7	1,6	1,6	2,2	2,0	1,5	2,5	tr
β -bourboneno	1,4	0,8	1,1	1,0	1,2	tr	0,5	1,0	0,8	tr
trans-cariofileno	13,8	11,7	12,9	13,9	14,5	10,1	8,5	8,0	13,4	9,7
germacreno-D	8,8	7,4	8,6	9,1	8,1	6,5	5,8	5,9	8,0	5,3
β -selineno	6,5	5,5	6,1	6,5	7,2	7,0	6,0	5,8	9,0	6,9
biciclogermacreno	10,8	8,7	10,1	11,5	11,0	7,8	6,8	7,1	10,1	7,4
(E,E)-alfa-farneseno	1,8	1,4	1,4	1,9	1,4	tr	1,0	0,9	0,6	0,7
δ -cadineno	2,8	2,5	2,7	2,8	2,8	2,9	2,8	2,5	3,4	2,4
elimicina	33,1	44,1	39,1	34,9	36,4	48,2	52,6	54,4	37,6	50,9
β -copaen-4- α -ol	4,2	4,0	3,3	2,8	4,4	4,8	4,7	4,6	4,7	4,6

Tr=traços < 0,1

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio - 105 kg/ha).

TABELA 29. Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas e inflorescências da população Paraná, **quinto corte**, submetido aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2003.

Substância	Folhas (%)					Inflorescências (%)				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
trans- β -ocimeno	7,3	7,8	6,3	5,7	6,0	4,1	3,1	3,2	2,5	4,8
α -copaeno	0,9	0,8	0,9	0,8	0,8	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4
β -bourboneno	tr	0,6	0,6	0,6	0,5	1,6	1,6	1,8	1,7	1,7
trans-cariofileno	8,1	7,6	8,3	8,4	8,6	6,7	8,1	6,4	7,6	9,2
germacreno-D	6,1	5,1	6,2	5,7	5,5	4,3	3,9	3,6	4,1	5,4
β -Selineno	2,8	2,5	3,2	3,3	2,9	5,0	5,0	5,5	6,0	6,3
biciclogermacreno	5,4	4,5	5,7	5,4	5,3	4,9	4,8	4,5	5,3	6,5
(E,E)-alfa-farneseno	3,2	2,7	3,1	3,2	2,7	1,4	0,9	0,8	1,1	1,0
δ -cadineno	1,8	1,6	3,6	2,1	1,7	1,6	1,7	1,5	1,8	1,9
elimicina	60,0	63,4	60,7	62,1	61,4	60,6	60,0	62,2	59,5	54,8
β -copaen-4- α -ol	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	2,1	2,5	2,4	2,3	2,2

tr = traços < 0,1

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio - 105 kg/ha).

Para a realização de análise estatística, bem como ajuste de modelos, foram selecionadas apenas as substâncias majoritárias do óleo essencial de *O. selloi*, sendo estas o trans- β -ocimeno, trans-cariofileno, germacreno –D, β -selineno, biciclogermacreno e a elimicina. A análise estatística da composição do óleo essencial de folhas, em função dos tratamentos e dos cortes, foi realizada pelo programa MINITABTM (statistical software

release 13.0). Não foi possível realizar análise estatística dos dados de inflorescência em função da irregularidade das amostras (baixo número de repetições por amostra e ausência destas em alguns cortes), o que gerou um baixo número de graus de liberdade do resíduo.

TABELA 30: Quadrados médios da composição de óleo essencial de folhas, **cortes dois a cinco**, de *Ocimum selloi* população Paraná, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Causas de Variação	G.L	trans- β -ocimeno	trans-cariofileno	germacreno-D	β -selineno	biciclo-germacreno	elimicina
Cortes (C)	3	4,9*	64,4**	13,2**	21,6**	34,7**	1192,3**
Tratamentos de Adubação (A)	4	0,8 ^{NS}	1,8 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,8 ^{NS}	2,5 ^{NS}	43,8 ^{NS}
Interação (A x C)	12	4,1 ^{NS}	0,6 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,2 ^{NS}	2,2 ^{NS}	17,1 ^{NS}
Resíduo	20	3,6	2,4	1,2	0,4	1,4	32,9
Total	39						

^{NS} = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F.

De acordo com as análises realizadas, observou-se que, não houve diferença significativa entre os tratamentos na proporção relativa das principais substâncias (**TABELA 31**), observando-se o inverso nos cortes. Pode-se notar a influência da sazonalidade na composição química do óleo essencial, pois, os melhores resultados de trans-cariofileno, β -selineno e biciclogermacreno foram obtidos no quarto corte (inverno/primavera) por ocasião dos meses mais frios. O germacreno-D obteve os resultados menos satisfatórios no quinto corte (verão). A maior proporção relativa de elimicina foi obtida no segundo (57,2%) e quinto (61,5%) cortes (verão/outono e verão, respectivamente). Já o trans- β -ocimeno não apresentou alteração na proporção relativa em nenhum dos cortes avaliados (**TABELA 32**). Resultados semelhantes foram descritos por Chaves (2002). O autor relata que não houve

alteração dos compostos majoritários do óleo essencial de *O. gratissimum* submetido a diferentes doses de adubo orgânico, observando-se influência das estações climáticas, por ocasião das colheitas e dos meses que as antecederam, na composição química do óleo essencial da mesma espécie.

TABELA 31: Proporção relativa dos principais componentes do óleo essencial oriundo de folhas de *O. selloi* PR, submetidos aos diferentes tratamentos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

	trans- β - ocimeno	trans- cariofileno	germacreno-D	β -selineno	biciclo- germacreno	elimicina
T1	6,6 A	10,1 A	7,4 A	4,6 A	6,5 A	48,4 A
T2	7,0 A	9,0 A	6,9 A	4,0 A	6,6 A	54,4 A
T3	7,0 A	9,4 A	7,5 A	4,6 A	7,5 A	50,7 A
T4	6,9 A	9,8 A	7,3 A	4,8 A	7,7 A	49,9 A
T5	6,3 A	10,0 A	7,1 A	4,7 A	7,6 A	49,2 A

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

TABELA 32: Proporção relativa dos principais componentes do óleo essencial oriundo de folhas de *O. selloi* PR, nos cortes dois a cinco. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

	trans- β - ocimeno	trans- cariofileno	germacreno-D	β -selineno	biciclo- germacreno	elimicina
2º Corte	5,9 A	7,8 B	7,1 AB	3,9 C	6,3 BC	57,2 A
3º Corte	7,1 A	9,3 B	7,7 A	5,1 B	7,6 B	45,8 B
4º Corte	7,5 A	13,3 A	8,4 A	6,4 A	9,6 A	37,5 C
5º Corte	6,6 A	8,2 B	5,7 B	2,9 D	5,2 C	61,5 A

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade

As médias absolutas do percentual das substâncias obtidas por cada tratamento nos cinco cortes realizados, foram submetidas à análise de regressão (Excel 2000), ajustando-se modelos, quando possível, considerando-se, neste caso, o primeiro corte.

O percentual de trans- β -ocimeno nas folhas de *O. selloi* (**FIGURA 15**), submetidas aos diferentes tipos de adubação, apresentou uma evolução não uniforme nos cinco cortes. O tratamento T2 apresentou o menor rendimento (4,2%) no terceiro corte (julho/02, outono/inverno), quando as médias de insolação e temperaturas dos meses anteriores ao corte foram baixas (**FIGURAS 2 e 5**), principalmente nos meses de maio e junho, sendo registrado no período, uma seca intensa (**FIGURA 3**). Os demais tratamentos apresentaram elevação do percentual do composto no mesmo período. O R^2 dos tratamentos T1 (0,6016), T2 (0,3329) e T5 (0,3816), não foi significativo, não ajustando modelos para os tratamentos. O comportamento dos tratamentos sobre o trans- β -ocimeno nas inflorescências (**FIGURA 16**), foi diferente, havendo redução do percentual do primeiro para o segundo corte nos tratamentos T1, T2 e T5, e elevação deste nos tratamentos T3 e T4. O menor percentual desta substância ocorreu por ocasião do quarto corte em todos os tratamentos.

O comportamento dos tratamentos T3 e T4, em folhas e inflorescências, nos cinco cortes realizados, foi o inverso, pois, quando ocorre elevação na concentração de trans- β -ocimeno em folhas, ocorre redução do mesmo nas inflorescências, e vice-versa. Comparando-se o percentual de cada tratamento em todos os cortes, em folhas e inflorescências, conferiu-se que, há maior concentração deste composto em folhas.

Quanto ao percentual de trans-cariofileno em folhas, representado na **FIGURA 17**, notou-se que todos os tratamentos apresentaram a mesma tendência em todos os cortes. Houve redução do percentual no segundo corte, elevando-se o mesmo até o quarto corte, com redução no último corte. O pico do percentual de rendimento se deu no quarto corte para todos os tratamentos, tendo o tratamento T5 a maior média (14,5%). O R^2 de todos os tratamentos foi significativo, ajustando-se uma tendência polinomial.

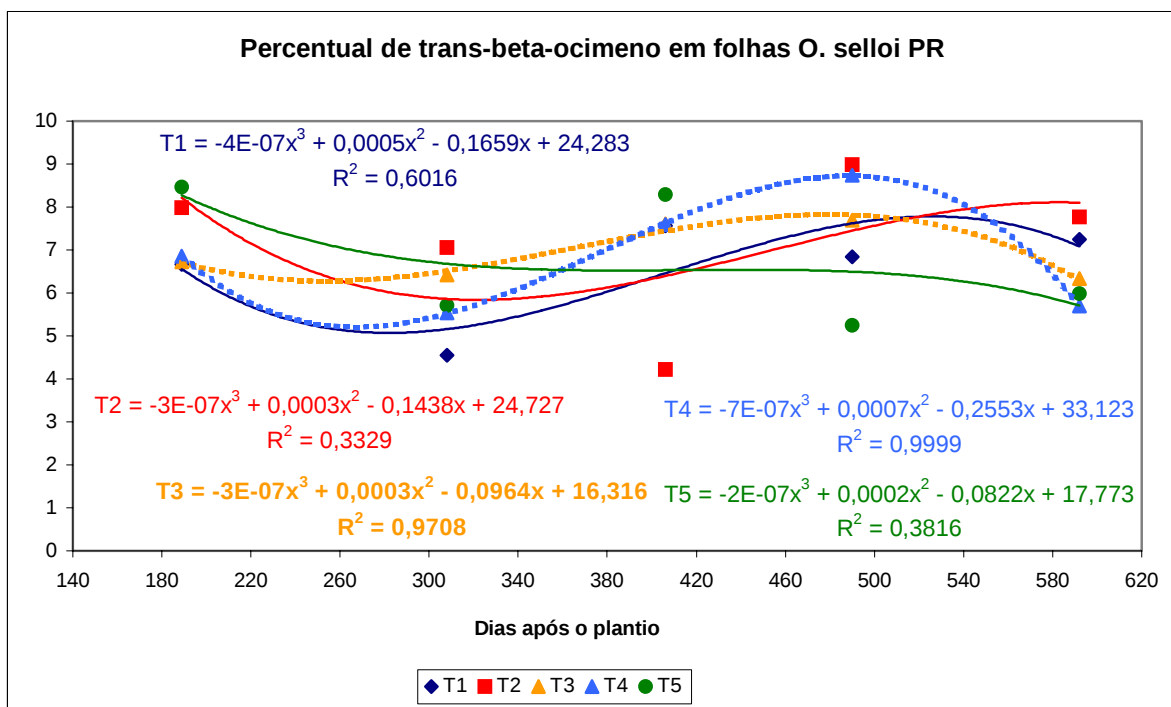


FIGURA 15. Percentual de trans- β -ocimeno em folhas de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

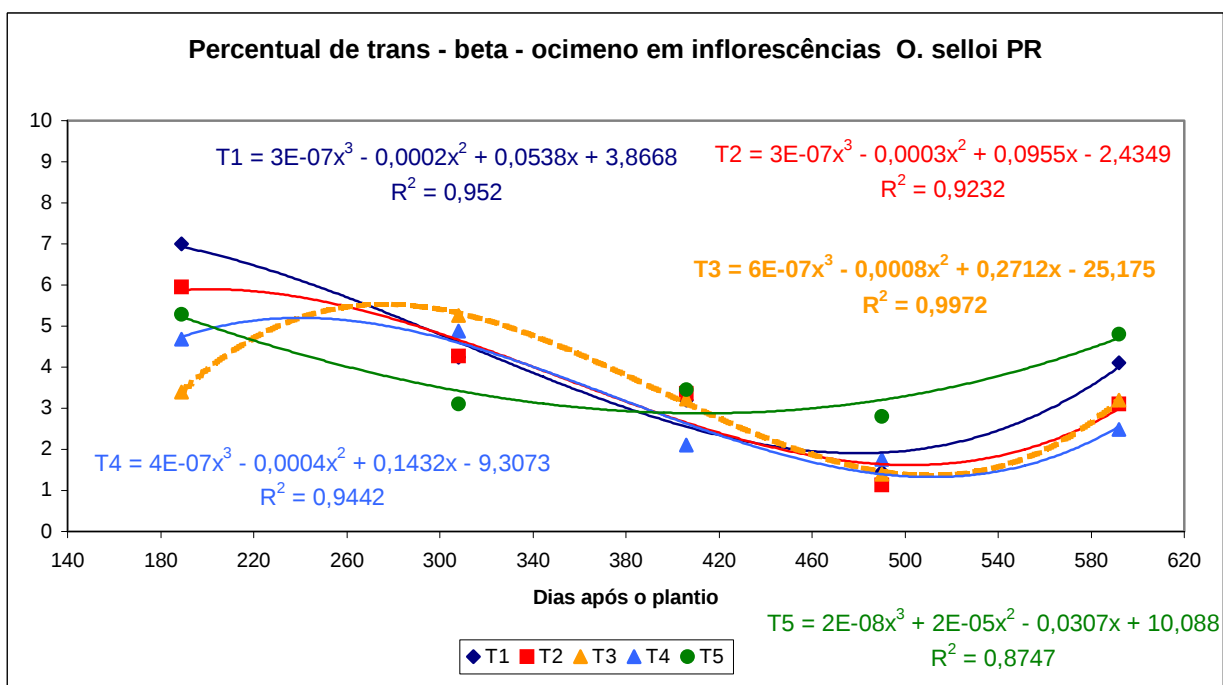


FIGURA 16. Percentual de trans β ocimeno em inflorescências de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

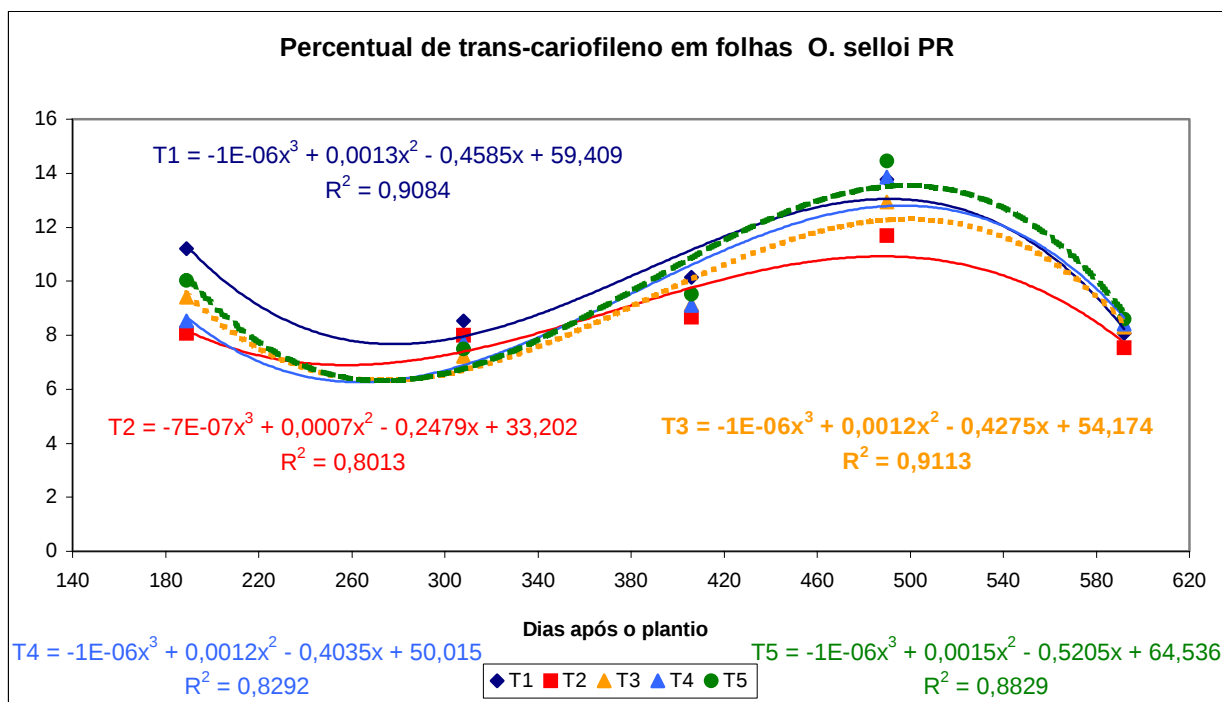


FIGURA 17. Percentual de trans-cariofileno em folhas de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

Para as inflorescências (**FIGURA 18**), o comportamento dos tratamentos também não apresentou uniformidade para o trans-cariofileno, sendo significativo apenas os tratamentos T1 ($R^2 = 0,9845$), T3 ($R^2 = 0,8403$) e T5 ($R^2 = 0,8148$). O maior percentual ocorreu no quarto corte, obtido pelo tratamento T4 (13,4%) e, o menor, no quinto corte, conferido ao tratamento T3 (6,4%).

As maiores médias do percentual de rendimento de germacreno-D em folhas, para os cinco tratamentos em geral, foram obtidas no primeiro e no quarto cortes, destacando-se o tratamento T1 (9,4 %) e T4 (9,1 %) respectivamente. Os menores percentuais dos tratamentos, foram obtidos no quinto corte (**FIGURA 19**). Os cortes que apresentaram maior concentração de germacreno-D no óleo essencial, ocorreram nos meses de

novembro/2000 (primeiro) e setembro/2002 (quarto), ou seja, primavera e inverno respectivamente, notando-se pelo exposto na **FIGURA 3**, que os meses anteriores aos referidos cortes, apresentaram baixo índice pluviométrico, bem como temperaturas amenas (média de 18 °C no primeiro e 17 °C no quarto cortes), sugerindo que estas condições sejam propícias para a síntese deste composto na folha.

Nas inflorescências, o tratamento T4 não apresentou R^2 significativo ($R^2 = 0,5075$) com relação ao rendimento de germacreno-D, sendo o T2 o tratamento que apresentou o R^2 maior ($R^2 = 0,9983$) (**FIGURA 20**). Assim como nas folhas, esta substância apresentou um maior rendimento nas inflorescências, no primeiro corte, seguida do segundo corte. O menor percentual foi obtido no quinto corte. A maior e a menor médias de germacreno-D, foram obtidas pelo tratamento T3 no primeiro (8,7 %) e quinto (3,6 %) cortes, respectivamente, reduzindo a presença do mesmo no óleo de inflorescências em 58,4%.

O maior percentual de rendimento de β -selineno em folhas, foi observado no quarto corte, decrescendo no quinto corte (**FIGURA 21**). O tratamento T5 apresentou a maior média (7,15%) no quarto corte, enquanto que, a menor média, foi conferida ao T2 (2,5%), por ocasião do quinto corte. Todos os tratamentos apresentaram R^2 significativo.

Em inflorescências, o maior rendimento de β – selineno foi obtido no terceiro corte (406 DAP) para todos os tratamentos, destacando-se o tratamento T4, o qual apresentou a maior média (28,1 %). Nenhum tratamento apresentou R^2 significativo. Comparando-se o percentual de rendimento de β – selineno em folhas e inflorescências, observou-se que este encontra-se em maior concentração nas inflorescências.

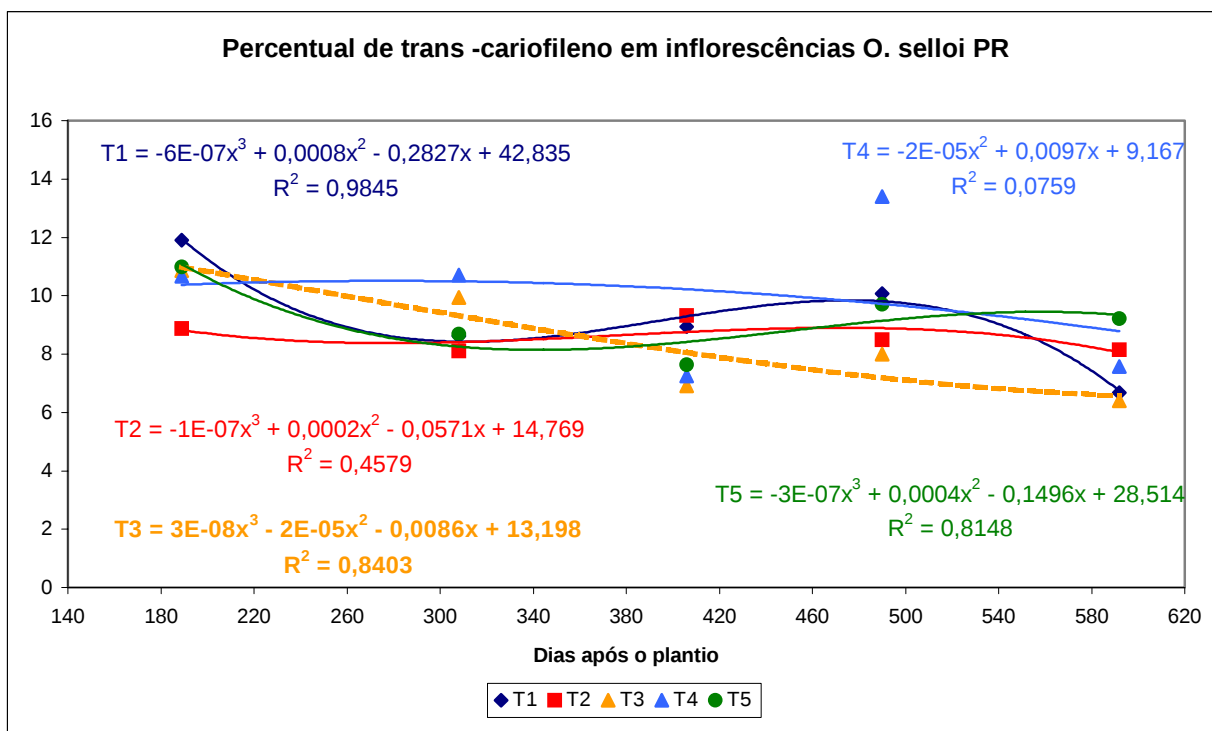


FIGURA 18. Percentual de trans-cariofileno em inflorescências de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

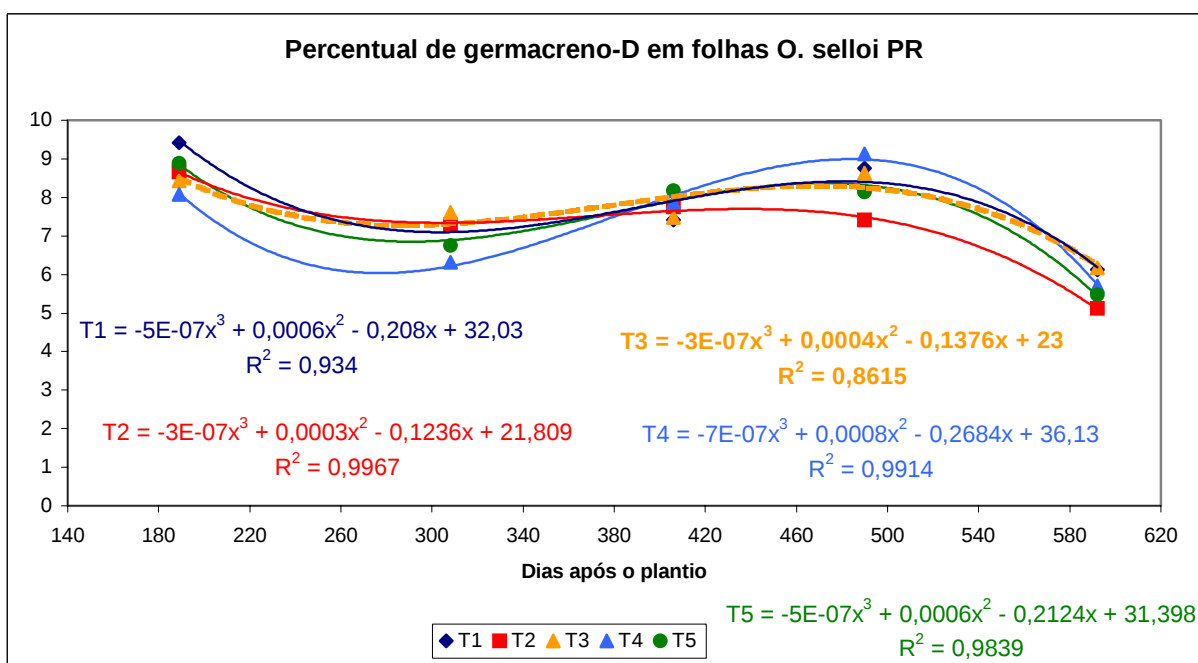


FIGURA 19. Percentual de germacreno-D em folhas de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

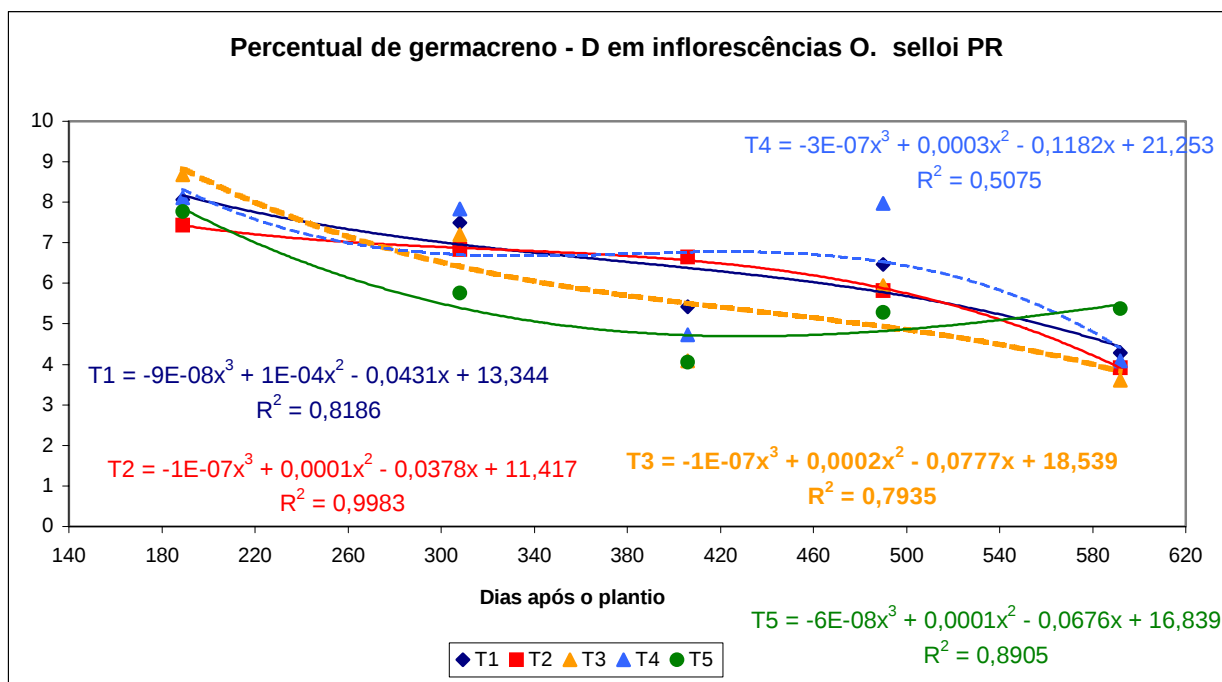


FIGURA 20. Percentual de germacreno–D em inflorescências de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

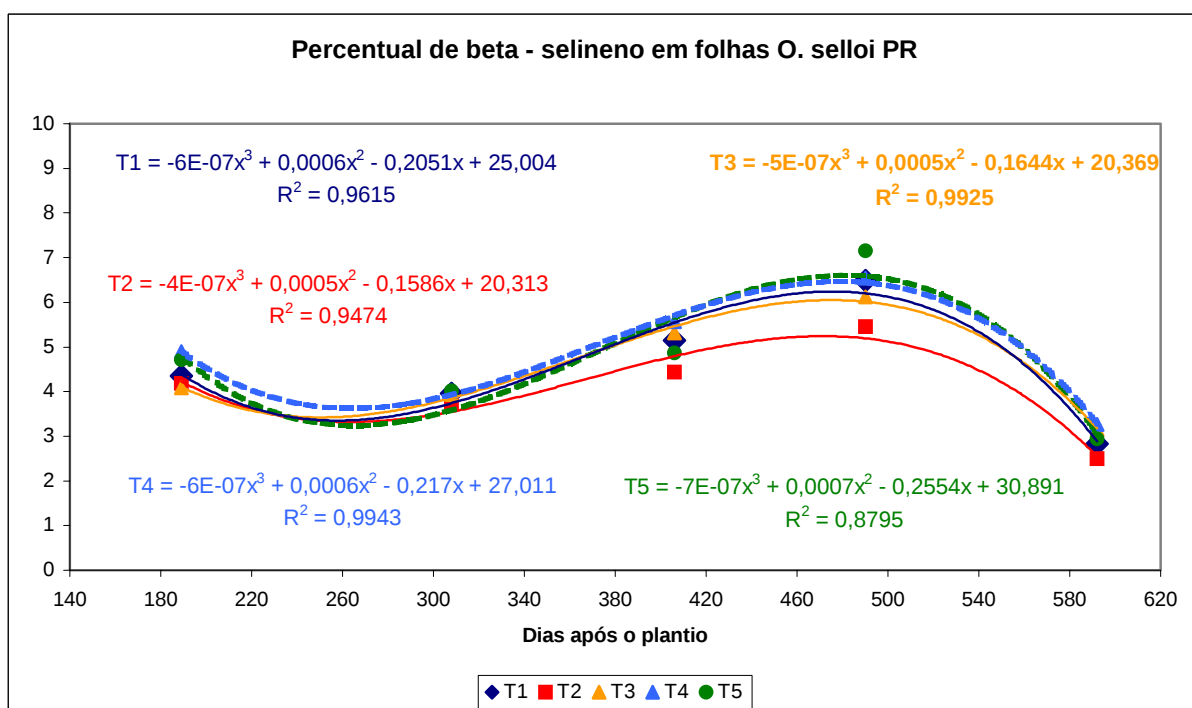


FIGURA 21. Percentual de β – selineno em folhas de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

O biciclogermacreno, em folhas, teve seu maior rendimento no quarto corte (**FIGURA 22**), sendo o maior percentual apresentado pelo tratamento T4 (11,5%). Pode-se observar que, os tratamentos apresentaram a mesma tendência em todos os cortes, sendo esta, semelhante ao trans-cariofileno nas folhas. Houve uma redução do percentual no segundo corte, comparando-se ao primeiro, elevando-se até o quarto corte, reduzindo-se novamente no quinto. O R^2 foi significativo para todos os tratamentos, sendo o modelo mais adequado, o polinomial cúbico. O tratamento T2 apresentou o maior R^2 ($R^2 = 0,9352$). Os menores rendimentos foram obtidos nos cortes dois e cinco, que ocorreram nos meses de março/01 e janeiro/03 (verão/outono e verão, respectivamente), sendo os meses que antecedem estas datas, chuvosos e de temperaturas elevadas (médias de 23 °C, aproximadamente).

Em inflorescências, o tratamento T4 apresentou um R^2 muito baixo ($R^2 = 0,6389$), não sendo este significativo, porém, este apresentou o maior percentual de rendimento de biciclogermacreno no quarto corte (10,1 %), seguido do tratamento T3, com o percentual de rendimento de 8,9 % no primeiro corte. O menor percentual de rendimento também foi conferido ao tratamento T3 (4,5 %) no quinto corte. Não houve uniformidade dos tratamentos nos cortes sendo as maiores médias de rendimento em cortes distintos, porém, para todos os tratamentos, o quinto corte representou o rendimento mais baixo de todos (**FIGURA 23**), assim como nas folhas.

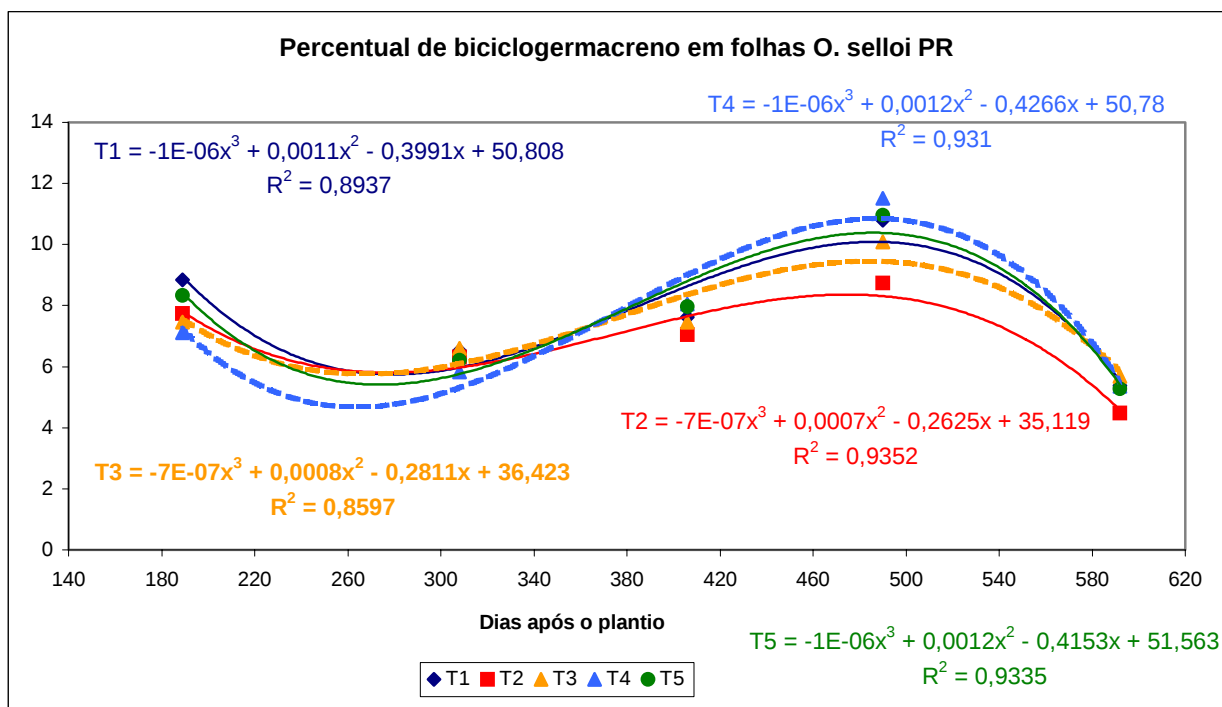


FIGURA 22. Percentual de biciclogermacreno em folhas de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

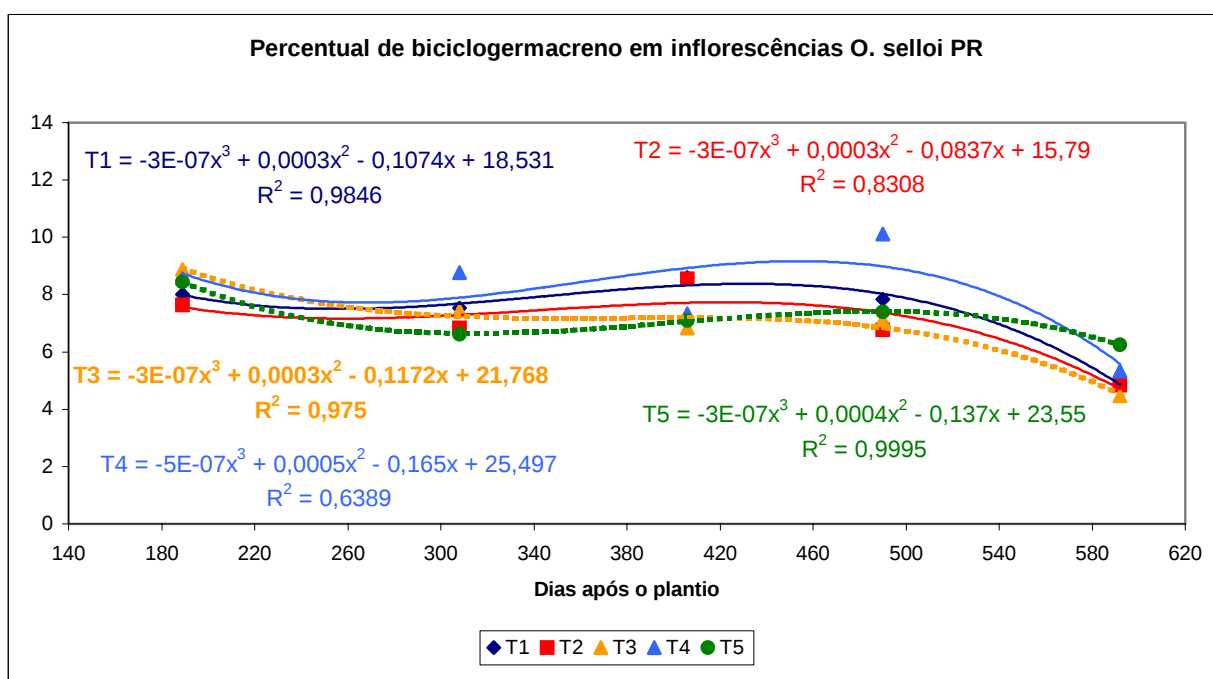


FIGURA 23. Percentual de biciclogermacreno em inflorescências de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

Para a elimicina, composto majoritário desta população, houve grandes variações no percentual de óleo essencial nas folhas, entre os tratamentos nos cinco cortes realizados. Houve elevação no percentual no segundo corte, redução no terceiro e quarto cortes, ocorrendo um aumento no quinto corte, para todos os tratamentos. (**FIGURA 24**). O aumento do quarto para o quinto corte foi, entre as amplitudes máxima e mínima, de 181,4% para o T1; 143,9 % para o T2; 155,2 % no T3; 178 % no T4 e, 168,7 % para o T5. No quarto corte, foram obtidas as menores médias de rendimento, destacando-se o T1 (33,1 %) e, no quinto, as maiores (T2, com 63,4%).

O comportamento da elimicina em função dos cortes, nas folhas, foi exatamente inverso ao comportamento do trans-cariofileno, β -selineno e do biciclogermacreno, pois a elimicina, teve a sua máxima expressão no quinto corte e o menor rendimento no quarto corte. O trans-cariofileno, β -selineno, e o biciclogermacreno, tiveram o seu pico máximo no quarto corte, obtendo o menor rendimento no quinto, seguido do segundo corte. Estes últimos são sintetizados pela via do mevalonato, e a elimicina, pela via do chiquimato, ou seja, duas vias distintas.

O percentual de elimicina nas inflorescências (**FIGURA 25**) apresentou a mesma tendência nos cortes para todos os tratamentos, exceto para o tratamento T4, que apresentou uma redução no seu percentual no quarto corte, enquanto os demais tratamentos, elevavam o mesmo. Observou-se que houve aumento no percentual no segundo corte, redução no terceiro e, um aumento no rendimento no quarto e quinto cortes, sendo o último, mais expressivo. Notou-se, também, que, exceto para o tratamento T4, o terceiro corte apresentou as menores médias, destacando-se o tratamento T1 (34,8 %), com o menor percentual encontrado. A maior concentração de elimicina foi encontrada no quinto corte,

conferida ao tratamento T3 (62,2%). Apenas o tratamento T4 apresentou significância no R^2 ($R^2 = 0,9868$).

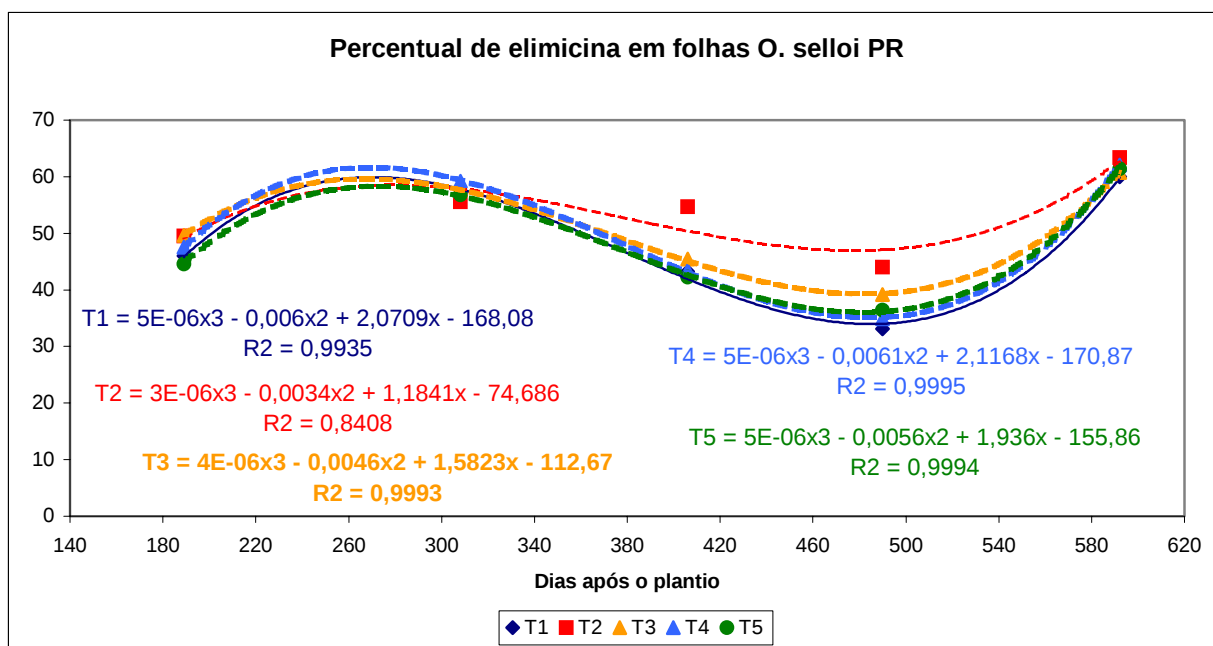


FIGURA 24. Percentual de elimicina em folhas de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

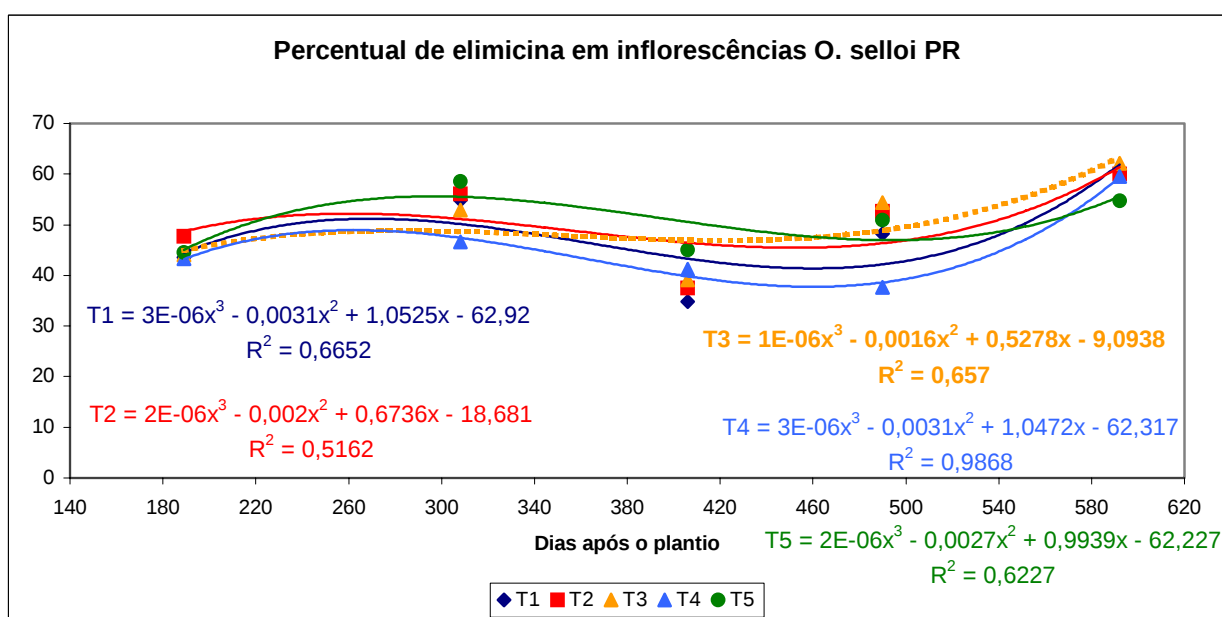


FIGURA 25. Percentual de elimicina em inflorescências de *O. selloi* PR, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

Analisando-se o percentual de trans-cariofileno, β -selineno, e biciclogermacreno em folhas, notou-se que estes são favorecidos em condições de temperaturas amenas, baixa radiação solar e precipitação, exatamente o oposto das condições favoráveis para o aumento no percentual de elimicina, o que demonstrou que estes compostos têm maior influência das condições ambientais (luz, água e temperatura) em sua biossíntese, quando comparadas aos tratamentos de adubação utilizados no presente estudo, reconhecendo-se também a importância desta no metabolismo secundário.

6.3. População São Paulo.

6.3.1. Produção de fitomassa aérea.

Na semana anterior ao primeiro corte, houve um intenso período de chuva, ocasionando a queda das inflorescências, o que prejudicou a avaliação da produção destas. Pode-se observar que as inflorescências da população São Paulo são mais frágeis que as da população Paraná, pois estas se mantiveram intactas após a chuva.

O segundo corte estava previsto para março (90 dias após o primeiro), porém, houve um ataque de formigas cortadeiras nesta população no final de fevereiro do mesmo ano, impossibilitando a colheita. Devido a isto, o segundo corte da população São Paulo foi realizado com 45 dias de atraso, totalizando 135 dias após o primeiro corte. Em função da não uniformidade do estágio de desenvolvimento e da morte de algumas plantas, houve uma redução na produção de fitomassa, sendo a alternativa adotada, além do atraso na colheita, o corte de todas as plantas vivas da parcela, incluindo-se a bordadura, para que se pudesse ter, em algumas parcelas, fitomassa para ser avaliada. Para uma maior confiabilidade dos dados, dividiu-se o rendimento da fitomassa total pelo número de plantas utilizadas em cada parcela (número variado), obtendo-se a produção de g/planta. Este valor foi multiplicado por 16, para que se padronizassem os dados submetidos à análise de variância, seguindo-se de teste de médias. Os quadros de análise de variância encontram-se nas **TABELAS 33 a 39**.

TABELA 33: Quadrados médios da produção de caule (base seca) **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Q.M	F
Blocos	3	4434144,7	1,0 ^{NS}
Tratamentos	4	13740818,7	3,2 ^{NS}
Resíduo	12	4263453,6	
Total	19		

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 34: Quadrados médios da produção de folhas (base seca) **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Q.M	F
Blocos	3	1537714,7	0,6 ^{NS}
Tratamentos	4	9672963,5	3,8 *
Resíduo	12	2563439,5	
Total	19		

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 35: Quadrados médios da produção de inflorescências (base seca) **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Q.M	F
Blocos	3	12869,7	1,7 ^{NS}
Tratamentos	4	21549,9	2,8 ^{NS}
Resíduo	12	7680,9	
Total	19		

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 36: Quadrados médios de produção de folhas, sobre o total de fitomassa produzida [folhas/ (folha + caule)] (base seca) **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Q.M	F
Blocos	3	67,7	0,5 ^{NS}
Tratamentos	4	28,1	0,2 ^{NS}
Resíduo	12	143,1	
Total	19		

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 37: Quadrados médios do rendimento de óleo essencial de folhas e inflorescências, **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Folhas		Inflorescências	
		Q.M	F	Q.M	F
Blocos	3	0,2	2,6 ^{NS}	0,3	2,1 ^{NS}
Tratamentos	4	0,1	1,1 ^{NS}	0,7	4,3*
Resíduo	12	0,7		0,2	
Total	19				

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 38: Quadrados médios da produção de óleo essencial de folhas e inflorescências, **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	Folhas		Inflorescências	
		Q.M	F	Q.M	F
Blocos	3	2,1	2,3 ^{NS}	0,06	2,9 ^{NS}
Tratamentos	4	3,5	3,8*	0,07	3,5*
Resíduo	12	10,8		0,20	
Total	19				

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

TABELA 39: Quadros médios das variáveis: rendimento de caule, folhas, inflorescências, produção de folhas/ (folha + caule) (F/F+C), rendimento e produção de óleo essencial de folhas e inflorescências de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função dos diferentes tipos de adubação, nos cortes **dois a cinco** (#). BOTUCATU– SP, 2002-03

Causas de Variação	G. L.	Caule	Folha	Inflores.	F/ (F+C)	Rendimento de óleo essencial (%)			Produção de óleo essencial (g/ 16 plantas)		
						Folha	Inflores.	Folha	Folha	Inflores.	Inflores.
Blocos	3	90921,9*	93343,1 ^{NS}	6569,0 ^{NS}	3,5 ^{NS}	0,2 ^{NS}	0,3 ^{NS}	25,4*	25,4*	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}
Tratamentos de Adubação	4	64398,9 ^{NS}	44402,2 ^{NS}	5730,9 ^{NS}	46,6 ^{NS}	0,04 ^{NS}	1,4**	15,2 ^{NS}	15,2 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,4 ^{NS}
Resíduo (A)	12	23487,0	32324,0	2987,2	25,8	0,09	0,1	0,5	0,5	0,3	0,3
Cortes (C)	3	1333002,5**	511204,0**	17996,9**	1306,5**	6,0**	12,2**	135,9**	135,9**	0,9 ^{NS}	0,9 ^{NS}
Interação (A x C)	12	18919,6 ^{NS}	7016,6 ^{NS}	5791,4 ^{NS}	24,3 ^{NS}	0,2 ^{NS}	0,8**	68,4 ^{NS}	68,4 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,4 ^{NS}
Resíduo (C)	45	23426,8	9298,3	3180,5	37,6	0,1	0,3	8,4	8,4	0,3	0,3
C V % (A)		59,9	74,9	150,3	9,7	27,6	31,0	76,4	76,4	162,0	162,0
C V % (C)		59,8	40,2	155,1	11,8	28,9	51,5	101,4	101,4	165,2	165,2

(#) inflorescências: cortes dois a quatro

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 5 kg/ m²; T3 = esterco bovino 2,5 kg/m² ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha))

A produção de fitomassa (base seca) da parte aérea (caule, folha e inflorescência) de *Ocimum selloi* população SP, no primeiro corte, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos para inflorescência. Para caules e folhas, o tratamento T2 apresentou a melhor média, destacando-se, pois os demais tratamentos (T3, T4 e T5), apesar de apresentarem-se semelhantes ao tratamento T2, não diferiram estatisticamente da testemunha (T1) (TABELA 40).

TABELA 40: Produção (base seca) de folhas, caules e inflorescências do primeiro corte de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001

Tratamentos	Produção de Fitomassa Massa seca (g / 16 plantas)		
	Caule	Folhas	Inflorescências
T1	272,9 B	244,9 B	9,8 A
T2	1481,7 A	1038,5 A	73,5 A
T3	991,1 AB	810,2 AB	56,5 A
T4	423,6 AB	393,7 AB	25,8 A
T5	488,8 AB	438,4 AB	33,1 A
CV%	72,7	55,1	72,0
DMS			

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

Estes resultados assemelham-se aos resultados obtidos por Santos et al. (2003), quando afirmaram que adubações realizadas com esterco bovino em cultivos de *Melissa officinallis*, causaram um aumento na produção de folhas duas vezes maior que a produção da testemunha.

O adubo orgânico exerce efeitos promotores de crescimento nas plantas, o que garante o que garante produtividade semelhante ou maior quando esta é comparada a produtividade obtida com adubos minerais (MORAIS et al., 2002 a; NASCIMENTO e FÁVERO, 2003).

Comparando-se a produção de caules, folhas e inflorescências entre as duas populações, pode-se perceber que a produção da população São Paulo foi maior que a da população Paraná, exceto para o tratamento T1 em folhas, sendo esta diferença acentuada na produção dos tratamentos orgânicos (**TABELA 13**). Isto indica que as plantas da população São Paulo responderam melhor à adubação realizada no primeiro corte.

Quanto à produção de folhas sobre o total de fitomassa produzida [folhas/ (folha + caule)], não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos, como mostra a **TABELA 41**. Devido a perda das inflorescências em decorrência de uma forte chuva, estas não foram consideradas no cálculo de fitomassa total, não sendo realizada a análise de folhas/ (folha + caule + inflorescência). Comparando-se a produção do primeiro corte entre as populações, observou-se que a produção da população Paraná (**TABELA 14**) foi semelhante ao da população São Paulo.

Avaliando-se, separadamente, a produção de caule, folhas e inflorescências de *O. selloi* população SP, submetidas aos diferentes tipos de adubação (tratamentos principais) nos cortes dois a cinco (tratamentos secundários), pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos, para nenhuma das partes da planta, em nenhum dos cortes avaliados (**TABELAS 42, 43 e 44**). Estes resultados assemelham-se a população Paraná, exceto no segundo corte, pois este, para a população Paraná, apresentou diferença estatística entre os tratamentos.

TABELA 41: Percentual médio de produção (base seca) de folhas sobre o total de fitomassa produzida por 16 plantas [folhas/ (folha + caule) no **primeiro corte** de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001

Tratamentos	Produção folha/ (folha + caule) Base seca (%)
T1	49,9 A
T2	44,2 A
T3	44,4 A
T4	49,3 A
T5	47,5 A
CV%	25,4

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

TABELA 42: Média de produção (base seca) de caules do **segundo ao quinto** corte de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002-2003.

Tratamentos	Produção de fitomassa seca (caule) (g/16 plantas)				Médias dos tratamentos
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	57,7	64,6	121,9	433,0	169,3 A
T2	181,5	132,7	259,5	75,2	333,2 A
T3	96,2	80,4	175,5	597,4	237,4 A
T4	76,5	80,6	234,2	565,3	239,1 A
T5	75,3	72,3	236,1	818,3	300,5 A
Médias dos cortes	97,4	86,1	205,4	634,7	
CV% tratamentos	59,9				
CV% cortes	59,8				
DMS tratamentos	172,8				

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

TABELA 43: Média de produção (base seca) de folhas do **segundo ao quinto** corte de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de fitomassa seca (folhas) (g/16 plantas)				Médias dos tratamentos
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	60,1	83,2	162,5	299,7	151,4 A
T2	169,0	171,1	328,0	501,3	292,3 A
T3	102,8	127,6	325,8	473,0	248,3 A
T4	92,2	123,0	290,2	528,1	258,4 A
T5	86,9	107,8	357,5	447,6	250,0 A
Médias dos cortes	102,2	122,5	292,8	442,8	
CV% tratamentos	74,9				
CV% cortes	40,2				
DMS tratamentos	202,7				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

Estes resultados divergem dos relatados por Scheffer (1998), nos quais afirmou que o uso de doses crescentes de adubo orgânico, causaram aumento na produção de fitomassa em *Achillea millefolium*, assim como discordam de Ming (1992), como outrora citado, que obteve maior produção de fitomassa de *Lippia alba* a medida que incorporava ao solo, doses crescentes de esterco.

O cultivo de carqueja (*Baccharis trimera*) com cinco níveis de adubo orgânico (0, 5, 10, 20 e 30 % de esterco de curral), associado ou não a adubo mineral, teve um incremento progressivo na produção de fitomassa seca da parte aérea, até a dose de 20 %, quando esta encontrava-se associada ao adubo mineral. Houve um decréscimo na produção, com a dose de 30 % de esterco de curral (SILVA et al., 2001).

Com relação aos cortes, pode-se observar que, para produção de caule, todos os tratamentos apresentaram as melhores médias no quinto corte, exceto o tratamento T2, que não apresentou R^2 significativo segundo o teste de F a 5%, não sendo possível ajustar modelo para as suas médias (**FIGURA 26**). Os tratamentos T3 e T5 apresentaram a mesma tendência, decrescendo no terceiro corte, elevando a produção até o quinto corte, no qual obtiveram as melhores médias (597,4 g e 818,3g, respectivamente). O primeiro tratamento apresentou aumento no rendimento em todos os cortes, tendo a menor média de produção, entre todos os tratamentos, no segundo corte (57,7 g).

Vale ressaltar que, para os dados nos quais a interação não foi significativa, os ajustes dos modelos nos gráficos foram realizados pelas médias, e não pelos dados originais. Todos os gráficos foram confeccionados, utilizando-se no eixo X, a escala “dias após o plantio”, ao invés de cortes, para que houvesse uma maior representatividade do intervalo de tempo entre os mesmos, sendo o R^2 submetido à análise de significância pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

Assim como o caule, as folhas de *O. selloi* (**TABELA 39**) apresentaram as melhores médias no quinto corte, em todos os tratamentos, aumentando o seu rendimento progressivamente a cada corte (**FIGURA 27**). O tratamento T4 obteve a maior média de todos os tratamentos (528,1 g), seguido do tratamento T2 (501,3 g), porém, estas não foram muito diferentes dos tratamentos T3 (473,0 g) e T5 (447,6 g). O tratamento T1 apresentou o menor rendimento de folhas dos cinco tratamentos, em todos os cortes avaliados.

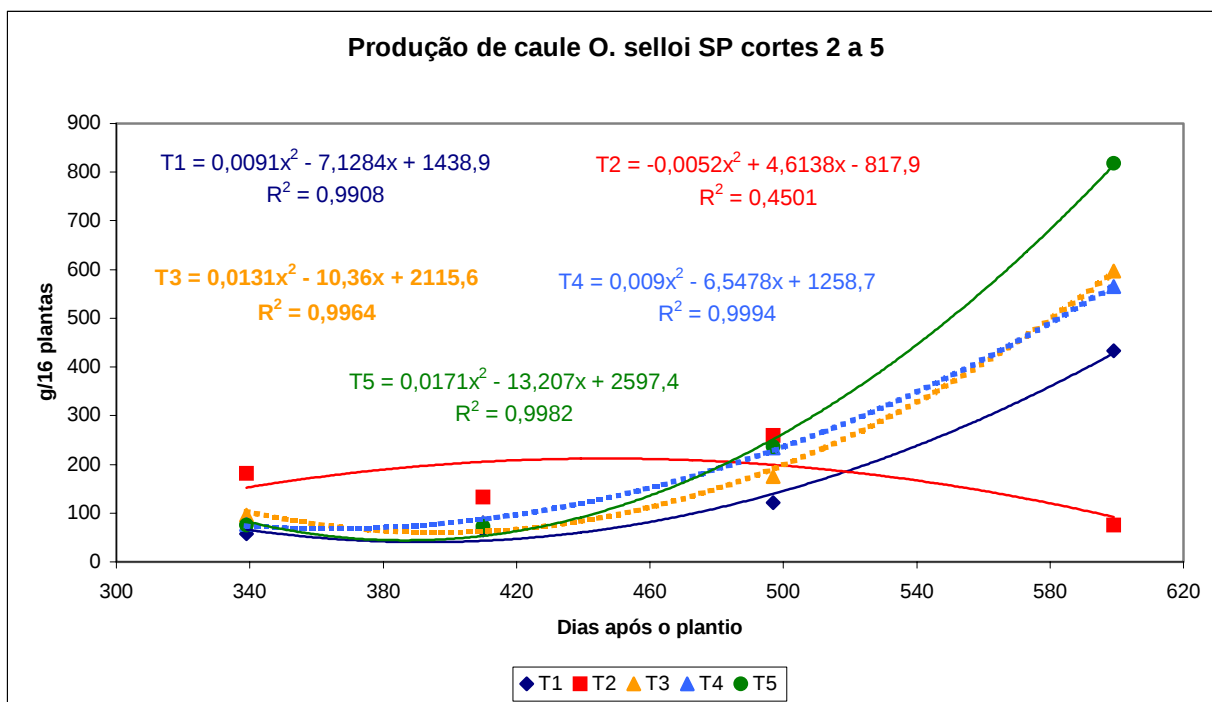


FIGURA 26. Médias de produção de caule (g/16 plantas) de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

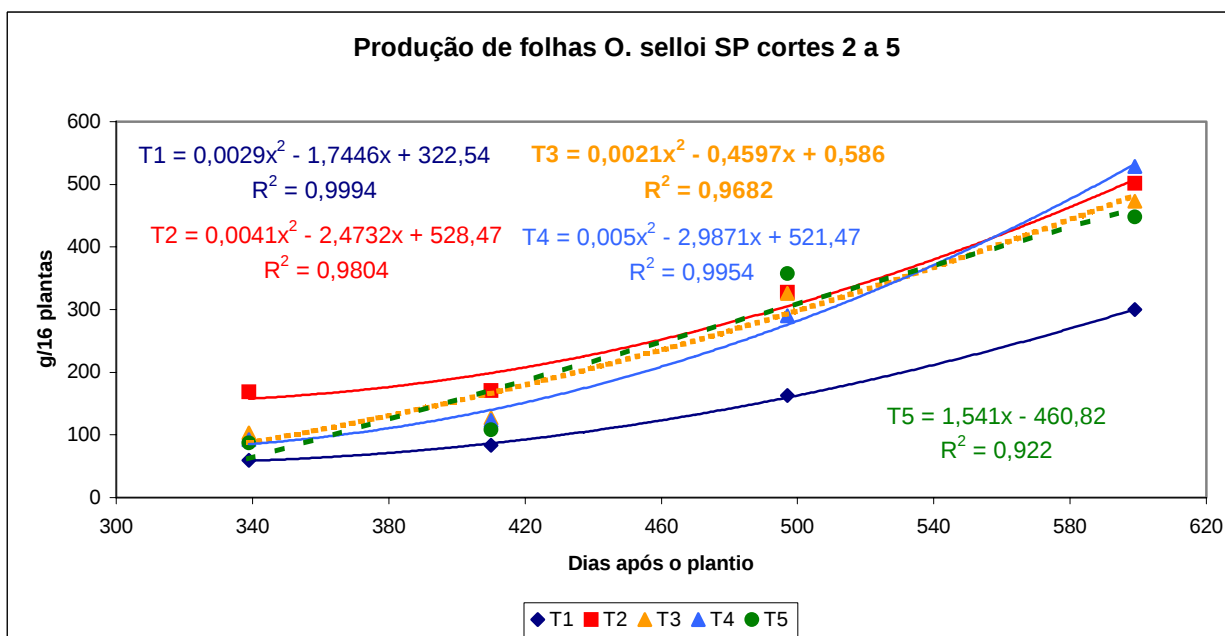


FIGURA 27. Médias de produção de folhas (g/16 plantas) de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

A menor produção de folhas no segundo corte pode ser devido ao ataque de formigas na véspera da colheita, sendo necessária a alteração da data do corte. Isto totalizou um período de crescimento foliar de pouco mais de 50 dias (a contar da data do ataque das formigas até o dia em que o segundo corte foi realizado), o que não foi suficiente para que a planta atingisse o máximo de sua produção. Outro fator importante, é que a colheita, realizada no fim de abril de 2001 (outono), já foi realizada em época de baixa precipitação, radiação solar e com temperaturas mais amenas. Neste ano, a precipitação do mês de abril foi extremamente baixa (0,83 mm), o que também pode ter contribuído para a redução na produção de fitomassa.

O quinto corte ocorreu em janeiro/03 (verão), apresentando os meses que antecederam a colheita, uma alta precipitação, altas temperaturas e alto índice de radiação solar (**FIGURAS 2 a 5**), o que, associado a um intervalo entre colheita de 102 dias, propiciou melhores condições de crescimento e desenvolvimento da planta, acarretando maiores produções neste corte. Observa-se que há uma relação direta entre precipitação pluvial, energia radiante e temperatura na formação de matéria seca. O período de menor produção ocorre no período de seca, pois dependendo do nível do estresse hídrico, poderá ocorrer deficiência acentuada de nitrogênio, associada, em algumas vezes, a uma carência de cálcio, magnésio e boro (HAAG, 1987).

Pesquisas realizadas com menta (*Mentha arvensis* L.) demonstraram que por ocasião do inverno, quando há menor insolação e baixas temperaturas, foram obtidas as menores médias de produção de fitomassa da planta (CZEPACK, 1988).

Para a produção de inflorescências, apenas o tratamento T2 apresentou R^2 significativo ($R^2 = 0,9103$) (**FIGURA 28**). A maior média foi obtida no terceiro corte, pelo

tratamento T5 (180,1 g). A produção de inflorescências apresentou características muito particulares, pois, exceto no primeiro corte (onde a produção foi intensa, porém prejudicada pela chuva forte), houve uma produção de inflorescências muito baixa, sendo esta reduzida no quinto corte. (**TABELA 44**). Na **TABELA 17**, pode-se perceber que a produção de inflorescência da população SP é menor que a produção da população PR, em todos os cortes.

Avaliando o rendimento de inflorescências de *O. gratissimum* submetido a diferentes níveis de adubação orgânica e quatro épocas de corte, Chaves (2002), observou que, não houve diferença significativa entre as doses aplicadas no inverno, obtendo-se a maior expressão de inflorescências no verão. Estes dados concordam com Quer (1988), citado por Furlan (2000), o qual afirma que o florescimento ocorre no verão. Em relação à fenologia de *O. basilicum*, Echeverry et al. (1990), observaram diferenças no início do florescimento em função da propagação, pois espécies propagadas por sementes iniciam a floração mais tardiamente que plantas propagadas por estaquia.

Avaliando a densidade de plantio e a época de corte em sálvia (*Salvia officinalis* L.), foram verificados maiores rendimentos de fitomassa fresca e seca quando o primeiro corte ocorrera na primavera, por ocasião do pleno florescimento da planta (PICAGLIA et al., 1997).

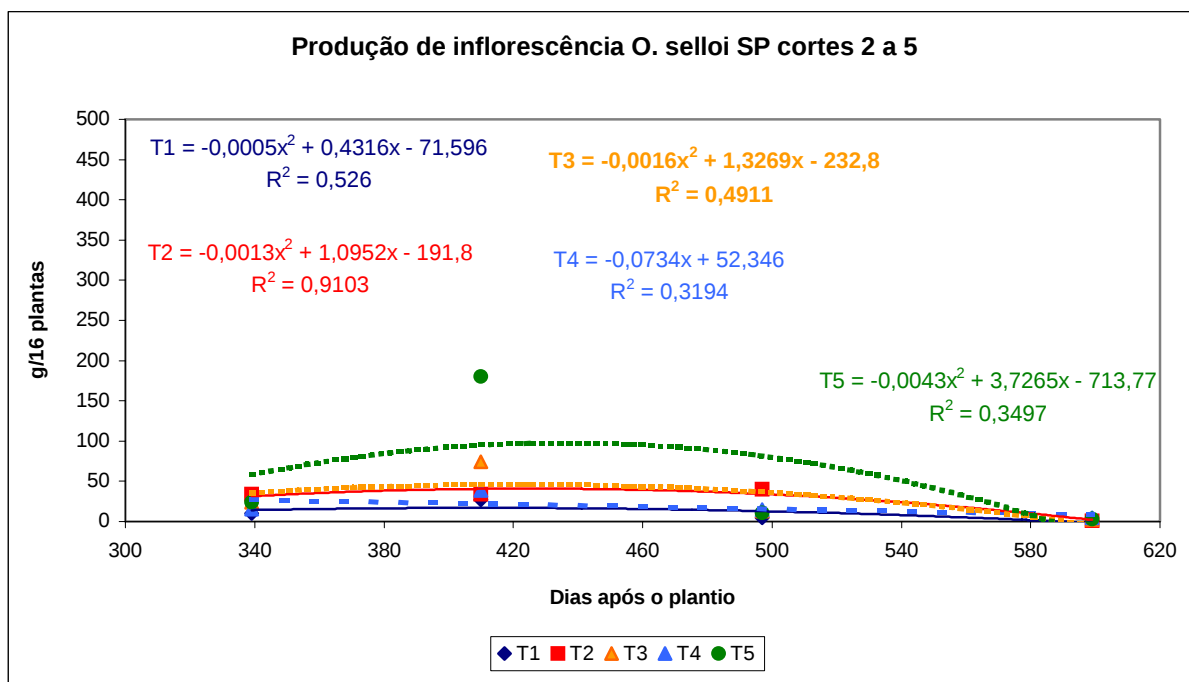


FIGURA 28. Médias de produção de inflorescências (g/16 plantas) de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

TABELA 44: Média de produção (base seca) de inflorescências do **segundo ao quinto** corte de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de fitomassa seca (inflorescências) (g/16 plantas)				Médias dos tratamentos
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	10,2	27,0	4,6	0,5	10,6 A
T2	34,1	33,9	39,9	0,4	27,1 A
T3	24,2	74,5	13,1	2,4	28,5 A
T4	15,8	39,0	14,8	4,5	18,5 A
T5	23,8	180,1	10,6	3,1	54,4 A
Médias dos cortes	21,6	70,9	16,6	2,2	
CV% tratamentos	170,6				
CV% cortes	176,9				
DMS tratamentos	53,5				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

Comparando-se a produção de caule, folha e inflorescências, no primeiro corte (**TABELA 40**) com os cortes dois a cinco (rebrotos) (**TABELAS 42, 43 e 44**), verificou-se que, para caule e folhas, os tratamentos orgânicos T2 e T3, tiveram maior produção no primeiro corte, sendo a produção dos tratamentos T1, T4 e T5 no primeiro corte, inferiores apenas a produção do quinto corte. Nas inflorescências, apenas o tratamento T2 teve maior produção no primeiro corte, sendo o terceiro corte superior ao primeiro nos demais tratamentos.

Para o percentual de produção de folha sobre (folha + caule), a interação entre os tratamentos de adubação e os cortes não foi significativa, sendo a maior média do tratamento T3 no terceiro corte (63,6 %) e a menor, a apresentada pelo tratamento T5 no quinto corte (39,2 %) (**TABELA 45**).

TABELA 45: Percentual médio de produção (base seca) de folhas/ (folhas + caule) do **segundo ao quinto** corte de *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de fitomassa seca folhas/ (folha+ caule) (%)				Médias dos tratamentos
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	46,3	58,8	57,0	40,9	50,8 A
T2	48,2	57,0	56,1	39,3	50,2 A
T3	49,9	63,6	56,2	42,6	52,5 A
T4	52,3	60,8	55,1	42,3	53,9 A
T5	52,7	61,0	62,3	39,2	53,8 A
Médias dos cortes	49,9	59,8	57,3	41,9	
CV% tratamentos	9,7				
CV% cortes	11,8				
DMS tratamentos	5,73				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

Os tratamentos apresentaram a mesma tendência nos cortes (**FIGURA 29**), havendo uma elevação no percentual do segundo para o terceiro corte, redução deste no quarto corte (exceto para o tratamento T5) e quinto cortes, sendo a redução do quarto corte, bem discreta. Este resultado se fundamenta no fato de que, o maior produção de caule nos tratamentos T1, T3, T4 e T5, ocorrera no quinto corte.

Ainda em relação à produção de folhas sobre o total de folhas mais caules, o segundo, terceiro e quarto cortes, apresentaram um percentual de rendimento maior que o primeiro e o quinto cortes. Comparando-se as populações, a população São Paulo apresentou rendimentos superiores à população Paraná, nos cortes dois, três e quatro, sendo a população Paraná superior apenas no quinto corte (**TABELAS 18 e 45**).

Apesar de todos os problemas ocorridos com a população São Paulo, esta mostrou-se superior a população Paraná, com maior produção de caule e folha, sendo apenas menor a produção de inflorescências. A supressão natural das inflorescências da população São Paulo pode ter contribuído para o acúmulo de fitomassa foliar, em função de não haver translocação de assimilados das folhas (fonte) para as inflorescências (drenos).

No período de floração há um aumento de atividade fotossintética das folhas, não havendo, porém, nesse estágio, um acúmulo de massa seca. Segundo a literatura, este aumento da atividade fotossintética pode ser induzido pela necessidade de atingir um nível crítico de carboidratos nas folhas próximas ao dreno para que favoreça a polinização e o desenvolvimento do embrião (WARDLAW, 1990 e MARSCHNER, 1995, citados por PIMENTEL, 1998). Por isso, qualquer fator ambiental que afete a atividade fotossintética neste estágio de desenvolvimento, afetará o desenvolvimento do embrião no fruto e,

conseqüentemente, reduzirá drasticamente a produtividade (KRAMER e BOYER, 1995, citados por PIMENTEL, 1998).

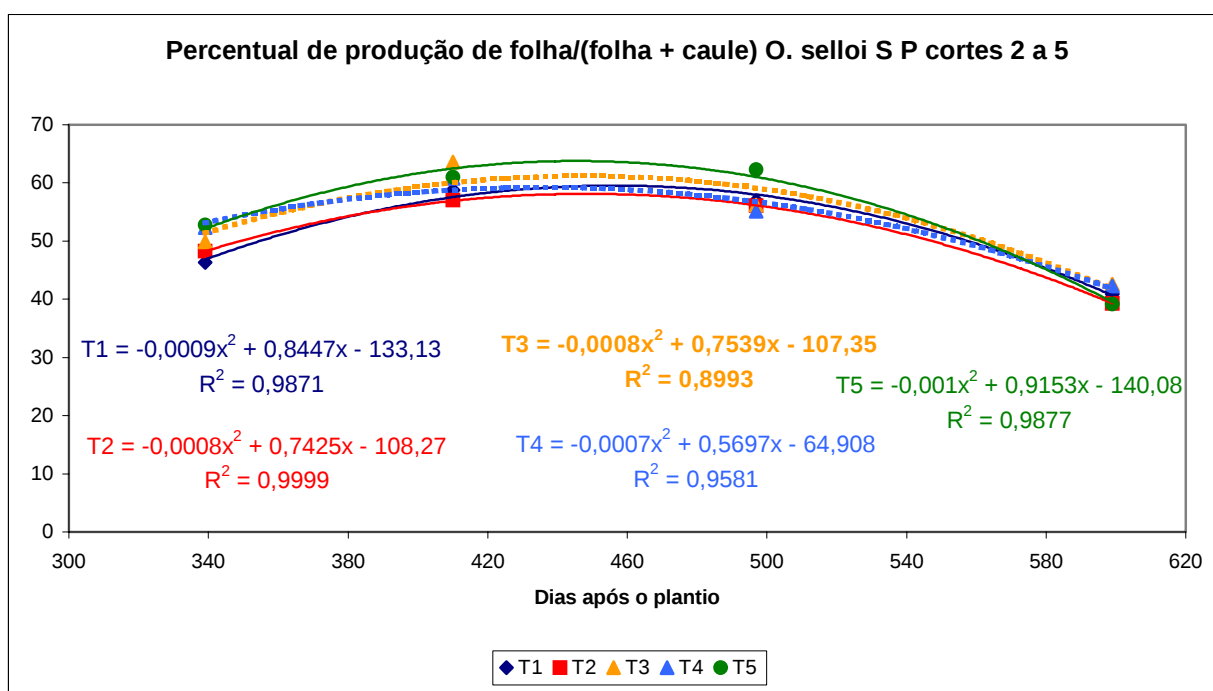


FIGURA 29. Percentual médio de produção de folhas sobre (folha + caule) de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

6.3.2. Rendimento e produção de óleo essencial

Com relação ao rendimento de óleo essencial de folhas de *O. selloi* da população São Paulo no primeiro corte (**TABELA 46**), os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si, a 5% de probabilidade. Para as inflorescências, o tratamento T3 apresentou a melhor média, porém, não diferindo estatisticamente, dos tratamentos T2, T4 e T5. Assim como na população Paraná, as inflorescências desta população apresentaram percentual de óleo essencial inferior ao percentual apresentado pelas folhas, sendo, porém, esta redução de 70,2 % no tratamento T1, 55 % no T2, 46 % no T3, 52,8 % no T4 e 43,8 % no T5.

TABELA 46: Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas e inflorescências de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função de adubação orgânica, mineral e ausência de adubação no **primeiro corte**. BOTUCATU-SP, 2001.

Tratamento	(%) Rendimento de óleo essencial	
	Folhas	Inflorescências
T1	1,0 A	0,3 B
T2	1,0 A	0,5 AB
T3	1,3 A	0,7 A
T4	1,1 A	0,5 AB
T5	0,9 A	0,5 AB
CV%	24,29	26,20

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

O teor de óleo essencial de *Melissa officinalis*, avaliado por Santos et al. (2003), não foi influenciado pelas doses crescentes de adubo orgânico (esterco bovino e biofertilizante comercial), não havendo diferença significativa entre os tratamentos aplicados.

Ensaio realizado com *O. basilicum*, submetido a tratamentos com cinco doses de adubo orgânico, mostraram que o rendimento de óleo essencial não foi alterado em função de nenhum dos tratamentos aplicados (NASCIMENTO e FÁVERO, 2003).

O rendimento de óleo essencial de inflorescências da população Paraná foi superior ao rendimento da população São Paulo (**TABELAS 19 e 46**). Nas folhas, a população São Paulo obteve maiores rendimentos de óleo essencial apenas nos tratamentos T1 e T3.

Correlacionando-se os resultados de rendimento de fitomassa no primeiro corte em ambas as populações, nota-se o comportamento inverso para o rendimento de óleo essencial. Pode-se observar uma redução na produção de óleo essencial a população São Paulo, em detrimento a produção de fitomassa, sugerindo-se que o metabolismo primário foi priorizado pela planta.

Avaliando-se a produção de óleo essencial de folhas e inflorescências (% de rendimento de óleo X produção de fitomassa, expressa em g /16 plantas) no primeiro corte, pode-se observar que, para folhas, o tratamento T2 apresentou o melhor resultado (10,6 g/16 plantas), não diferindo, porém, estatisticamente dos tratamentos T1 (5,2 g/16 plantas), T3 (8,4 g/16 plantas) e T4 (4,2 g/16 plantas), que, por sua vez, não diferiram do tratamento T5 (3,8 g/16 plantas) (**TABELA 47**). Em valores absolutos, a produção do tratamento T2 foi duas vezes maior que o rendimento do tratamento T1; 1,3 vezes maior que o tratamento T3; 2,5 vezes maior que o tratamento T4 e 2,8 vezes maior que o tratamento T5. Para as

inflorescências, não houve diferença estatística significativa, porém, observando-se os valores absolutos, pode-se notar diferenças entre as médias. O tratamento T2, apresentou a maior produção de óleo (3,5 g/16 plantas) em valores absolutos, sendo dez vezes maior que a testemunha, 2,4 e 1,8 vezes maior que os tratamentos T4 e T5, respectivamente.

TABELA 47: Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de folhas e inflorescências de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função de adubação orgânica, mineral e ausência de adubação no **primeiro corte**. BOTUCATU-SP, 2001.

Tratamento	Produção de óleo essencial (g /16 plantas)	
	Folhas	Inflorescências
T1	5,2 AB	0,4 A
T2	10,6 A	0,4 A
T3	8,4 AB	0,3 A
T4	4,2 AB	0,2 A
T5	3,8 B	0,2 A
CV%	46,7	66,6

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

Comparando-se a produção de óleo essencial de folhas e inflorescências no primeiro corte nas duas populações, observou-se que a produção de óleo essencial nas inflorescências da população São Paulo é menor que a da população Paraná (TABELAS 20 e 47), obtendo-se o inverso na produção de óleo nas folhas, com exceção do tratamento T5, que apresentou maior produção de óleo em folhas na população Paraná. Estes resultados ocorreram em função do baixo rendimento de inflorescências na população São

Paulo, obtendo esta, porém, um maior rendimento de folhas que a população Paraná (exceto para a testemunha).

O percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas de *Ocimum selloi* oriundo da população São Paulo, nos cortes dois a cinco, não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos em nenhum dos cortes realizados (TABELA 48).

TABELA 48: Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas de *Ocimum selloi* população São Paulo, do **segundo ao quinto** cortes, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

BOREANI SI, 2002/2003.

Tratamentos	% de rendimento de óleo essencial (folhas)				Médias dos tratamentos
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	1,9	0,4	0,6	1,4	1,1 A
T2	1,4	0,9	0,7	1,5	1,1 A
T3	1,5	0,8	0,5	1,4	1,1 A
T4	1,8	0,4	0,6	1,3	1,0 A
T5	1,6	0,8	0,6	1,6	1,2 A
Médias dos cortes	1,6	0,7	0,6	1,5	
CV% tratamentos	27,6				
CV% cortes	28,9				
DMS tratamentos	0,5				

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. (T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

O tratamento T1 obteve a maior média (1,9 %) no segundo corte, sendo as menores conferidas aos tratamentos T1 e T4 (0,4 %), no terceiro corte. Quanto aos

cortes (**FIGURA 30**), todos os tratamentos apresentaram uma redução do percentual no terceiro e quarto cortes, sendo estes realizados nos meses de julho/01 (outono/inverno) e setembro/02 (inverno/primavera), respectivamente. Este período é caracterizado por seca, baixas temperaturas e baixa insolação (**FIGURAS 2,3 e 5**), podendo estes fatores interferir diretamente na produção de fitomassa e de óleo essencial, como já fora anteriormente discutido.

A análise do percentual de rendimento de óleo essencial de inflorescências de *O.selloi* da população São Paulo foi realizada apenas nos cortes dois, três e quatro, em função de o quinto corte não ter apresentado inflorescências. Como se pode observar, na **TABELA 49**, o tratamento orgânico T3, destacou-se dos demais, apresentando o melhor resultado (3,2 %) no segundo corte, sendo este o único corte que apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. O terceiro e o quarto cortes, assim como ocorrera com o rendimento de óleo de folhas, também apresentaram uma queda no percentual médio de rendimento de óleo essencial de inflorescências (**FIGURA 31**), mantendo-se a resposta obtida nas demais variáveis avaliadas. Em função do baixo número de graus de liberdade dos tratamentos (2), apenas o tratamento T5 apresentou o R^2 significativo ($R^2 = 0,9866$).

O resultado do segundo corte, assemelha-se ao descrito por Scheffer (1998), que afirmou que doses crescentes de adubo orgânico, aumentaram significativamente o rendimento do óleo essencial de *Achillea millefolium*.

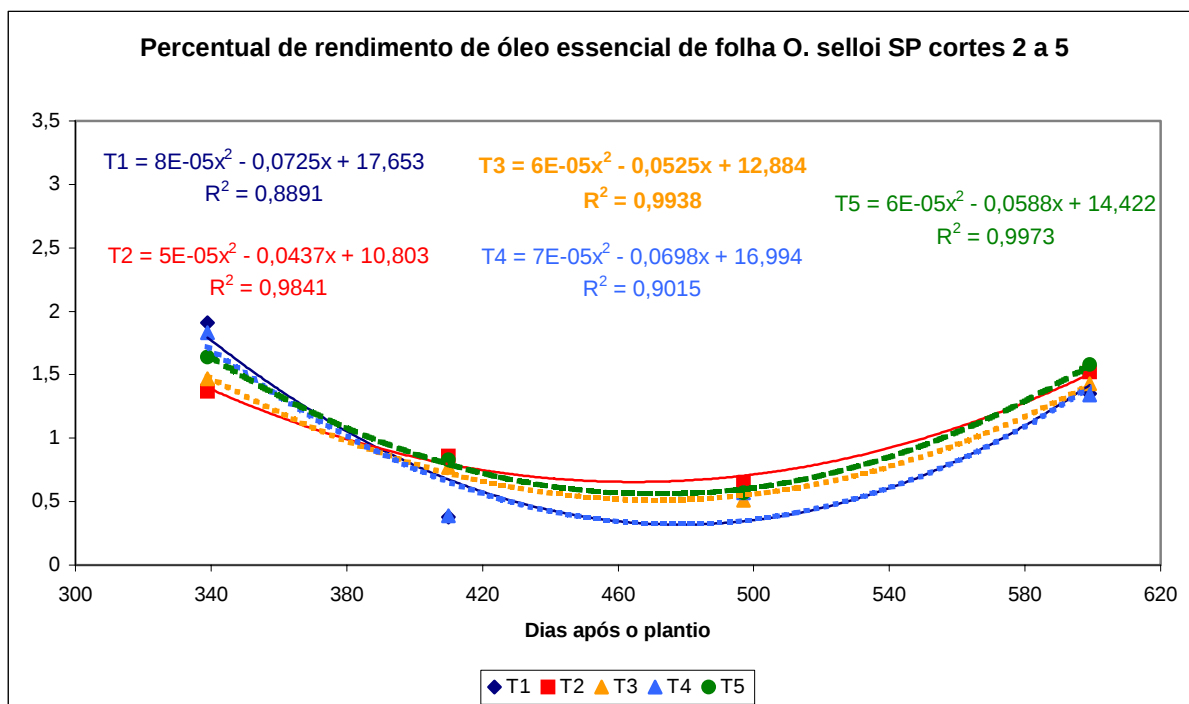


FIGURA 30. Percentual de rendimento médio de óleo essencial de folhas de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

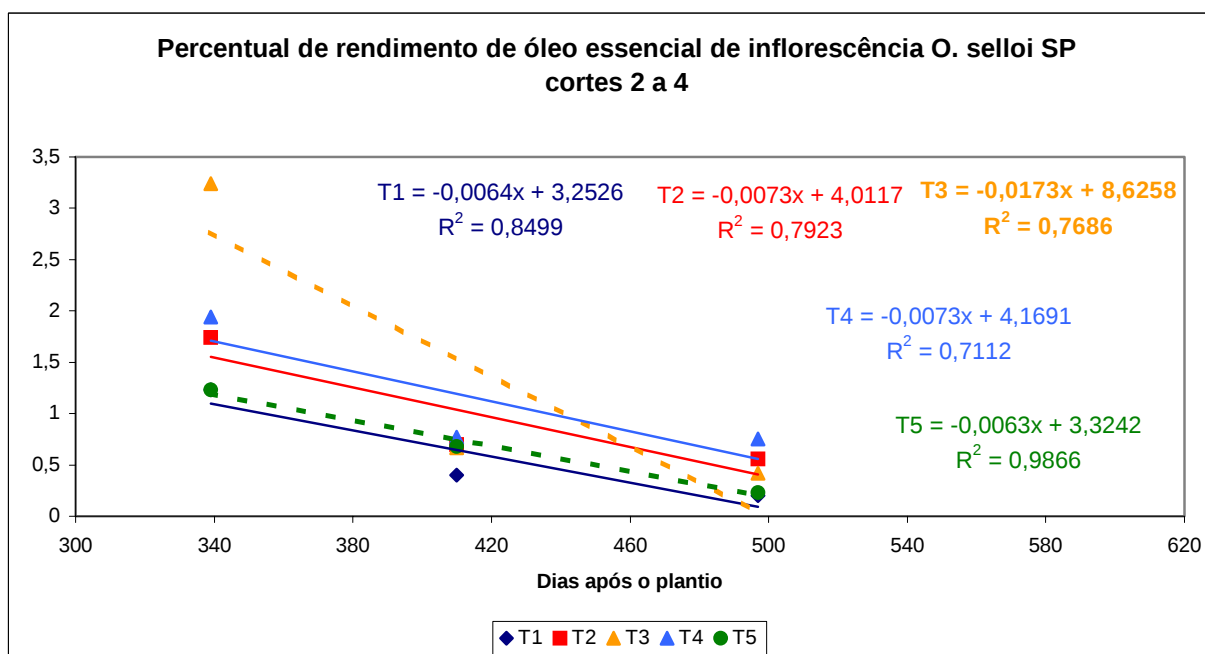


FIGURA 31. Percentual de rendimento médio de óleo essencial de inflorescências de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a quatro.

TABELA 49 Percentual de rendimento médio de óleo essencial de inflorescências de *Ocimum selloi* população São Paulo, do **segundo ao quarto** cortes, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.

Tratamentos	% de rendimento de óleo essencial (inflorescências)			
	Cortes			
	2	3	4	5
T1	1,2 B	0,4 A	0,2 A	----
T2	1,7 B	0,7 A	0,6 A	----
T3	3,2 A	0,7 A	0,4 A	----
T4	1,9 B	0,8 A	0,8 A	----
T5	1,2 B	0,7 A	0,2 A	----
CV% tratamentos	31,0			
CV% cortes	51,5			
DMS tratamentos	0,9			

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

O rendimento de óleo essencial de folhas de folhas no segundo e quinto cortes foi superior ao do primeiro corte (**TABELAS 47 e 48**). Nas inflorescências, apenas o segundo corte obteve um percentual de óleo essencial superior ao primeiro corte, já que não houve extração de óleo essencial no quinto, em função do baixo rendimento de inflorescências no mesmo período. Isto mostra que o rendimento de óleo está mais relacionado às condições edafo-climáticas do ambiente onde se encontra a planta.

Analisando-se comparativamente o rendimento de óleo essencial de folhas e inflorescências entre as duas populações, nos cortes dois a cinco (**TABELAS 21, 22, 48 e 49**), notou-se que, em folhas, o rendimento do mesmo na população Paraná foi superior em todos os cortes. Nas inflorescências, a população São Paulo apresentou rendimento

superior no segundo corte, sendo os tratamentos T2 e T4, no terceiro corte, superiores aos mesmos tratamentos da população Paraná. Os tratamentos T3 e T5, foram equivalentes nas duas populações ainda no terceiro corte. O quarto corte apresentou maior rendimento para a população Paraná.

A produção de óleo essencial de folhas e inflorescências não apresentou interação significativa entre os tratamentos principais (tratamentos de adubação) e secundários (épocas de corte). Para folhas, houve diferença significativa entre os tratamentos, apresentando o tratamento T5 a maior média de produção de óleo essencial (4,2 g/16 plantas), não se diferenciando, contudo, dos tratamentos T2 (3,3 g/16 plantas), T3 (2,5 g/16 plantas) e T4 (2,7 g/16 plantas) (**TABELA 50**). Em valores absolutos, a média apresentada pelo tratamento T5 foi 1,26 vezes maior que o tratamento T2; 1,67 vezes maior que o tratamento T3 e 1,57 vezes maior que o tratamento T4. Quanto aos cortes, os tratamentos T1, T2 e T4, apresentaram a mesma tendência, ou seja, tiveram uma redução na produção no terceiro corte, elevando-se novamente no quarto corte, atingindo o pico de produção no quinto corte. O tratamento T5 apresentou um aumento expressivo de produção já no quarto corte (6,9 g/16 plantas), também obtendo o pico de produção no quinto corte (7,7 g/16 plantas), o que conferiu a este tratamento, uma tendência linear. Este resultado baseia-se no alto rendimento de folhas obtido no quinto corte, seguido do quarto corte (**TABELA 43**). O tratamento T3 não apresentou R^2 significativo ($R^2 = 0,6751$) (**FIGURA 32**).

TABELA 50: Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de folhas de *Ocimum selloi* População São Paulo, do **segundo ao quinto** cortes, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de óleo essencial (folhas)				Médias dos tratamentos
	g/16 plantas				
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	1,1	0,3	0,9	3,9	1,6 B
T2	2,2	1,5	0,2	7,5	3,3 AB
T3	1,2	1,0	1,2	0,7	2,5 AB
T4	1,3	0,4	1,6	7,4	2,7 AB
T5	1,3	0,9	6,9	7,7	4,2 A
Médias dos cortes	1,4	0,8	2,6	6,6	
CV% tratamentos	76,4				
CV% cortes	101,4				
DMS tratamentos	2,5				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

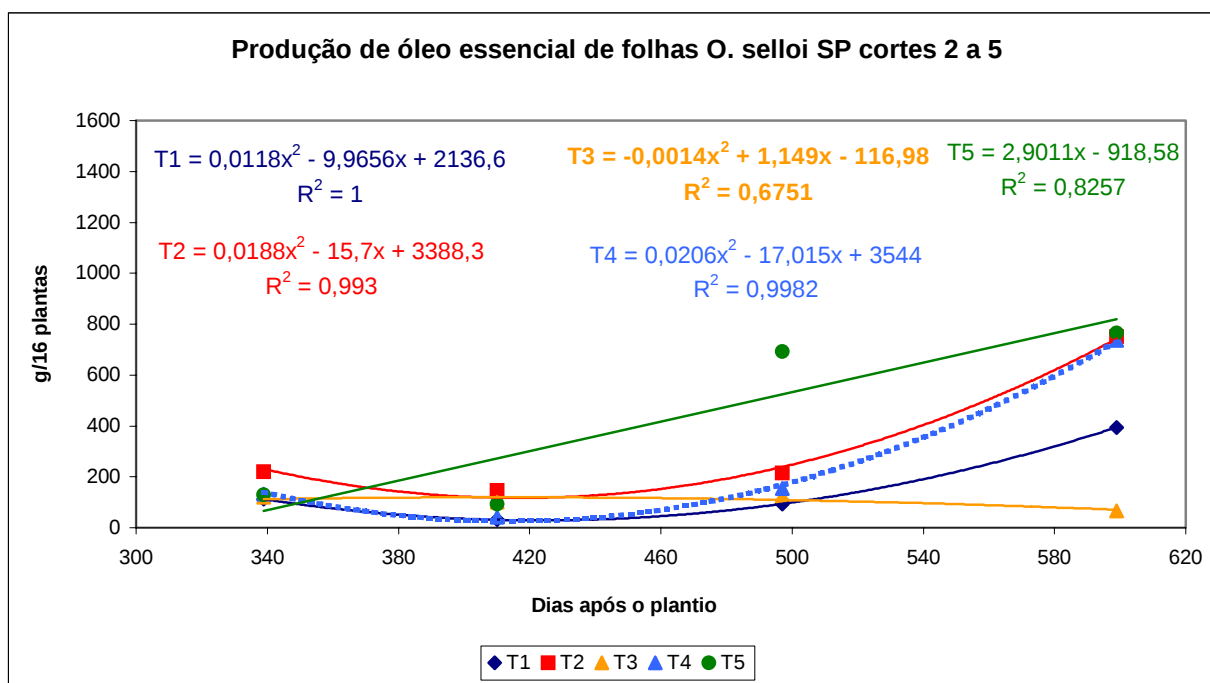


FIGURA 32. Produção de óleo essencial de folhas de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

Para inflorescências, não houve diferenças significativas para os tratamentos nos diferentes cortes, sendo o tratamento T5, o que apresentou a maior média (0,6 g/16 plantas) (**TABELA 51**). No quarto corte, foram obtidas as menores médias de produção de óleo essencial, ressaltando-se que não houve produção de inflorescências no quinto corte. Apenas os tratamentos T1 e T3 apresentaram R^2 significativo ($R^2 = 0,9206$ e $R^2 = 0,986$, para T1 e T3 respectivamente). Estes baixos resultados se baseiam na redução do percentual de rendimento de óleo essencial de inflorescências no terceiro e quarto cortes, bem como no baixíssimo rendimento de inflorescências no mesmo período. (**FIGURA 33**).

TABELA 51: Produção de óleo essencial (g/16 plantas) de inflorescências de *Ocimum selloi* População São Paulo, do **segundo ao quarto** cortes, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

BOPECARF-SI, 2002/2003.

Tratamentos	Produção de óleo essencial (inflorescências) g/16 plantas				Médias dos tratamentos
	Cortes				
	2	3	4	5	
T1	0,1	0,1	0,01	----	0,08 A
T2	0,5	0,2	0,2	----	0,3 A
T3	0,9	0,4	0,07	----	0,5 A
T4	0,3	0,3	0,1	----	0,2 A
T5	0,3	1,3	0,03	----	0,6 A
Médias dos cortes	0,4	0,5	0,08	----	
CV% tratamentos	162,0				
CV% cortes	165,2				
DMS tratamentos	0,7				

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

(T1 = testemunha; T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha; T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ; T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha); T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha)). Cortes: 1º - 203 DAP (primavera/verão); 2º - 339 DAP (outono); 3º - 410 DAP (outono/inverno); 4º - 497 DAP (inverno/primavera); 5º - 599 DAP (verão).

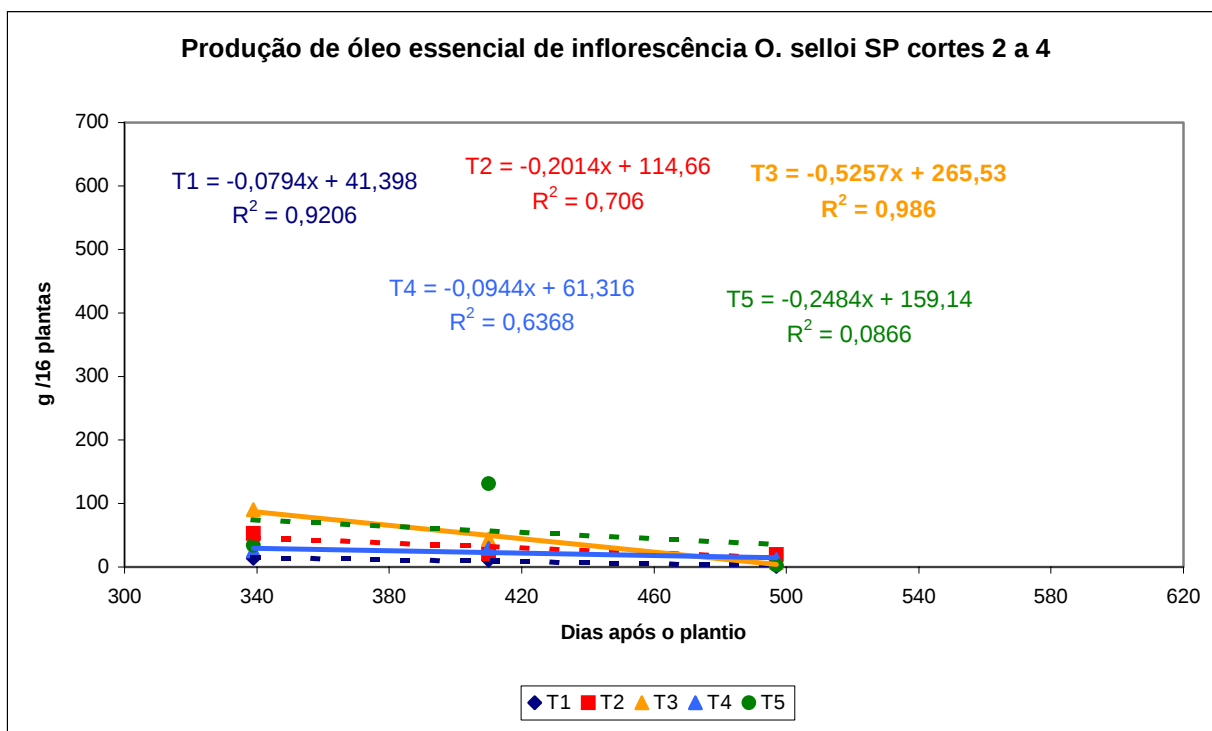


FIGURA 33. Produção de óleo essencial de inflorescências de *Ocimum selloi* população São Paulo, em função dos tratamentos de adubação, nos cortes dois a cinco.

6.3.3. Composição química do óleo essencial

No óleo essencial de folhas e inflorescências de *O. selloi* oriundo da população São Paulo, foram identificados: 3-octenol, metilchavicol, cis-anetol, trans-anetol, α -copaeno, metileugenol, trans-cariofileno, germacreno-D, β -selineno, biciclogermacreno, α -(E,E)-farneseno, δ -cadineno e espatulenol. De acordo com o primeiro estudo da espécie (Morais et al., 2002), observou-se a presença de trans-anetol (composto majoritário), assim como o metilchavicol e o cis-anetol em folhas e inflorescências, compostos estes não observados no óleo da população Paraná. Não foi observada, nesta população, a presença de elimicina, composto majoritário da população Paraná.

Na bibliografia consultada, Morhy (1973) descreveu a composição de *O. selloi*, destacando o metilchavicol como o componente majoritário (51,1%), seguido do trans-anetol (46,5%) e do cis-anetol (1,7 %). Martins et al. (1997) e Vieira e Simon (2000), descrevendo a composição química de diferentes acessos de *O. selloi*, apenas citam o metileugenol e o metilchavicol como compostos majoritários, não relatando a presença do cis ou trans-anetol, o que pode significar a existência de quimiotipos para a espécie.

Nas **TABELAS 52 a 56**, encontram-se os percentuais médios dos componentes encontrados no óleo essencial extraído de folhas e inflorescências de *Ocimum selloi* oriundas do primeiro ao quinto cortes.

Assim como na população Paraná, também pode-se observar a presença de rotas biossintéticas distintas, pois há a presença de terpenóides (trans- β -ocimeno (monoterpeno), o trans-cariofileno, germacreno -D e β - selineno (sesquiterpenos)), que

derivam da via do mevalonato, assim como a presença de fenilpropanóides, (metilchavicol, cis e trans-anetol e metileugenol), que são derivados do chiquimato.

No primeiro corte (**TABELA 52**), observou-se redução na concentração do trans-anetol do tratamento T1 (60,1%) para o tratamento T5 (54,5%), sendo esta diferença de 9,3%. O trans-anetol também apresentou maior percentual em folhas que em inflorescências, sendo esta diferença de 22%, 27,6%, 23,1 %, 22,4% e 11% para os tratamentos T1 a T5, respectivamente. Verificou-se que, exceto para o metilchavicol, cis e trans-anetol, os demais constituintes do óleo essencial estão em maior concentração nas inflorescências.

Para o segundo corte (**TABELA 53**), observou-se redução da proporção relativa de metilchavicol e trans-anetol, em folhas, para o tratamento T3 em relação aos demais tratamentos. O percentual de metilchavicol para o tratamento T3 (22,0%) foi 22,3% menor que os tratamentos T4 e T5 (ambos com 28,3% de metilchavicol), 26,7 e 32,1% a menos que nos tratamentos T1 (30,0%) e T2 (32,4%) respectivamente. Para o trans-anetol, os tratamentos T3 e T5 obtiveram o menor e o maior percentual médio respectivamente (43,4% e 57,0 %), sendo esta redução de 24% para o tratamento T3. Para o trans-cariofileno (3,4%), germacreno-D (3,4%), β -selineno (3,6%), biciclogermacreno (7,3%), α -(E,E)-farneseno (1,5%) e δ -cadineno (1,5%), o tratamento T3 apresentou maior percentual na composição do óleo essencial de folhas, quando comparado aos demais tratamentos.

As inflorescências, ainda no segundo corte, não apresentaram nenhuma variação significativa entre os tratamentos, para nenhuma das substâncias mais expressivas que constituem o óleo essencial das mesmas.

TABELA 52 Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas e inflorescências da população São Paulo no **primeiro corte**, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Substância	Folhas					Inflorescências				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
3-octenol	0,4	0,5	0,5	0,3	0,9	0,3	1,2	1,0	1,1	1,4
metilchavicol	24,2	24,7	27,5	25,0	21,0	22,9	20,0	20,3	24,3	24,0
cis-anetol	2,6	2,0	2,0	2,2	1,5	1,4	1,5	1,3	1,4	1,6
trans-anetol	60,1	57,7	58,8	58,6	54,5	46,9	41,8	45,2	45,5	48,5
α -copaeno	0,7	0,8	0,6	0,8	1,2	1,7	1,7	1,9	1,6	1,1
metileugenol	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
trans-cariofileno	1,2	1,3	1,2	1,3	2,2	3,0	3,4	3,9	3,6	2,7
germacreno-D	1,2	1,4	1,1	1,4	2,3	2,5	2,4	3,3	2,3	1,9
β -selineno	1,8	1,4	1,2	1,5	2,6	3,4	4,9	4,6	3,8	3,0
biciclogermacreno	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
α -(E,E)-farneseno	0,3	0,5	tr	0,4	0,5	1,0	tr	tr	0,5	tr
δ -cadineno	0,4	0,5	0,4	0,5	0,9	1,3	1,0	1,1	1,0	1,1
β -copaeno-4- α -ol	0,3	tr	0,3	0,3	0,5	0,7	2,1	0,9	1,1	0,8
Não identificado	2,2	2,3	1,7	2,3	4,4	5,64	7,1	7,4	6,0	5,1

tr = traços < 0,1 --- = ausente

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 Kg/ha; Superfosfato simples-100 Kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 Kg/ha; Superfosfato simples-50 Kg/ha, Cloreto de potássio - 105 Kg/ha).

TABELA 53. Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas e inflorescências da população São Paulo no **segundo corte**, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.

Substância	Folhas					Inflorescências				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
3-octenol	0,2	0,4	tr	0,3	0,3	0,5	0,9	0,8	0,6	0,8
metilchavicol	30,0	32,4	22,0	28,3	28,3	32,3	29,1	29,2	30,9	29,9
cis-anetol	2,3	2,1	1,7	2,5	2,5	1,3	1,6	1,6	1,4	1,6
trans-anetol	54,1	54,8	43,3	55,7	57,0	45,7	49,9	47,4	47,1	50,1
α -copaeno	0,7	0,5	2,2	0,7	0,5	1,3	1,1	1,3	1,2	1,0
metileugenol	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr
trans-cariofileno	1,2	0,9	3,4	1,2	1,0	2,4	2,3	2,6	2,8	2,2
germacreno-D	1,1	0,8	3,4	1,0	0,9	1,6	1,4	1,8	1,5	1,3
β -selineno	1,2	0,7	3,6	1,2	1,1	1,7	1,5	2,0	1,7	1,7
biciclogermacreno	2,4	1,5	7,3	2,2	2	4,0	3,7	4,3	4,2	3,8
α -(E,E)-farneseno	0,4	0,3	1,5	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,9	0,7
δ -cadineno	0,4	0,3	1,5	0,4	0,4	1,0	0,8	1,0	0,9	0,7
β -copaeno-4- α -ol	0,3	tr	0,6	0,3	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	tr
Não identificado	2,3	1,5	6,3	2,1	1,9	3,8	3,5	4,1	4,0	3,4

tr = < 0,1, --- = ausente

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 Kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio - 105 kg/ha).

No terceiro corte, os tratamentos orgânicos T2 e T3 apresentaram o maior percentual de metilchavicol no óleo essencial de inflorescências (28,9 e 28,6%, respectivamente) e, o menor, conferido ao tratamento T1 (23,1 %). Nas folhas, apenas o tratamento T5 apresentou percentual diferente dos demais tratamentos (26,9%),

correspondendo ao menor dentre os tratamentos. O tratamento mineral T4 apresentou a menor proporção relativa de trans-anetol nas inflorescências (39,4 %), sendo o maior percentual conferido ao tratamento orgânico T2 (44,6 %). Este resultado pode ser devido à maior concentração de nutrientes disponibilizada pelos tratamentos orgânicos T2 e T3, quando comparados aos demais tratamentos (**TABELA 2**). De acordo com Corrêa Jr. et al. (1994), alguns nutrientes exercem papel fundamental na biossíntese de metabólitos secundários, como por exemplo, o magnésio; sua deficiência pode causar uma sensível diminuição na formação de princípios ativos de um modo geral, devido à diminuição da clorofila e, conseqüentemente, da taxa de fotossíntese.

As inflorescências apresentaram maior percentual de trans-cariofileno, germacreno-D, β -selineno e biciclogermacreno, enquanto que o maior percentual de metilchavicol e trans-anetol, foi encontrado nas folhas (**TABELA 54**).

Para o óleo essencial das folhas de *O. selloi* no quarto corte, o metilchavicol, foi maior para o tratamento T1 (24,7 %). Ainda em folhas, o trans-anetol variou de 51,9% (T3) a 58,9% (T1), sendo o tratamento orgânico T3, o tratamento que apresentou o menor percentual médio.

Para as inflorescências, o percentual de trans-anetol variou de 33,9 % para o tratamento mineral T4 a 45,8 % para o tratamento mineral T5. Em valores absolutos, o menor valor de percentual de metilchavicol foi apresentado pelo tratamento mineral T4 (18,1%) e o maior para o tratamento orgânico T2 (24,3 %) (**TABELA 55**). Neste corte, não houve presença de inflorescências no tratamento T1, não sendo possível a obtenção do respectivo óleo. O percentual de metilchavicol e trans-anetol foi maior em folhas e o de trans-

cariofileno, germacreno-D, β -selineno e biciclogermacreno, foi maior no óleo essencial de inflorescências.

TABELA 54. Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas e inflorescências da população São Paulo no **terceiro corte**, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.

Substância	Folhas					Inflorescências				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
3-octenol	0,6	0,5	0,6	0,5	0,5	tr	0,7	tr	tr	tr
metilchavicol	30,0	30,1	30,4	30,1	26,9	23,1	28,9	28,6	25,3	24,8
cis-anetol	2,9	2,8	2,9	3,0	3,1	2,7	2,5	2,6	2,0	2,8
trans-anetol	56,0	56,5	55,6	57,4	56,2	40,9	44,6	42,6	39,4	40,1
α -copaeno	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	1,8	1,5	1,7	2,1	1,9
trans-cariofileno	1,4	1,3	1,4	1,2	1,7	5,5	3,9	4,1	5,4	4,8
germacreno-D	1,8	1,7	1,8	1,6	1,9	3,0	2,6	2,7	3,4	2,6
β -selineno	2,2	2,1	2,2	1,9	2,8	6,0	3,6	4,4	5,0	5,6
biciclogermacreno	3,0	2,5	2,8	2,6	3,3	7,2	6,9	7,7	9,0	8,2
α -(E,E)-farneseno	tr	tr	0,3	tr	tr	tr	0,6	0,6	0,9	tr
δ -cadineno	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	1,5	1,2	1,1	1,5	1,2
β -copaeno-4- α -ol	0,6	0,4	0,5	0,6	0,9	1,5	1,0	1,4	1,9	2,3

tr = < 0,1, --- = ausente

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio - 105 kg/ha).

TABELA 55 Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas e inflorescências da população São Paulo no **quarto corte**, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2002.

Substância	Folhas					Inflorescências				
	T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	T5
3-octenol	0,6	0,8	0,7	0,6	0,9	---	tr	tr	tr	tr
metilchavicol	24,7	22,8	21,1	20,8	22,3	---	24,3	20,8	18,6	19,4
cis-anetol	1,9	1,8	1,4	1,9	1,7	---	tr	0,5	tr	0,5
trans-anetol	58,9	56,7	51,9	58,4	54,4	---	38,5	38,5	33,9	45,8
α -copaeno	0,8	1,0	1,4	1,0	1,2	---	1,9	2,5	2,6	1,8
trans-cariofileno	2,1	2,4	3,4	2,3	3,0	---	5,3	6,8	7,2	6,3
germacreno-D	2,2	2,6	3,8	2,5	3,0	---	3,9	5,2	5,3	4,4
β -selineno	2,7	3,5	4,1	3,7	3,6	---	4,6	5,4	5,6	4,7
biciclogermacreno	4,0	4,7	6,4	4,3	5,8	---	8,6	11,7	11,1	10,4
α -(E,E)-farneseno	tr	0,6	0,8	0,4	0,6	---	0,8	1,3	0,7	tr
δ -cadineno	0,7	0,9	1,3	0,8	0,9	---	1,8	2,6	0,6	2,0
β -copaeno-4- α -ol	0,9	1,0	1,4	1,1	0,9	---	1,7	1,2	2,0	1,2

tr= < 0,1, --- = ausente

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio - 105 kg/ha).

No quinto corte, as plantas de *O. selloi* não apresentaram inflorescências em quantidade suficiente para extração. Excluindo-se os compostos majoritários (metilchavicol e trans-anetol), os demais componentes do óleo essencial, em todos os tratamentos, apresentaram baixo percentual quando comparado aos demais cortes (**TABELA 56**). O percentual de metilchavicol e trans-anetol variou de 35,8 % (T5) a 40,0 % (T3) e de 54,7 % (T2) a 59,7 % (T5), respectivamente.

TABELA 56. Composição química (média percentual) do óleo essencial de *Ocimum selloi*, das folhas da população São Paulo no **quinto corte**, submetida aos diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2003.

Substância	Folhas				
	T1	T2	T3	T4	T5
3-octenol	tr	tr	tr	tr	tr
metilchavicol	37,5	39,4	40,0	37,1	35,8
cis-anetol	2,4	2,5	2,2	2,5	2,3
trans-anetol	56,8	54,7	55,3	57,8	59,7
α -copaeno	0,3	0,4	0,2	0,3	tr
trans-cariofileno	0,7	0,8	0,5	0,6	0,5
germacreno-D	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
β -selineno	0,7	0,8	0,5	0,6	0,4
biciclogermacreno	0,8	0,7	0,5	0,6	0,5
α -(E,E)-farneseno	0,2	tr	tr	tr	tr
δ -cadineno	tr	tr	tr	tr	tr
β -copaeno-4- α -ol	tr	tr	tr	tr	0,2

tr= < 0,1, --- = ausente

T1 = testemunha;

T2 = esterco bovino curtido 50.000 kg/ha;

T3 = esterco bovino 25.000 kg/ha ;

T4 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 150 kg/ha; Superfosfato simples-100 kg/ha, Cloreto de potássio- 210 kg/ha);

T5 = adubo mineral (NPK - Sulfato de amônio- 75 kg/ha; Superfosfato simples-50 kg/ha, Cloreto de potássio - 105 kg/ha).

Morhy (1973) descreveu a composição do óleo de *O. selloi* com perfil cromatográfico semelhante, apresentando os mesmos compostos principais da população São Paulo, porém, com percentual relativo de 51,1% para o metilchavicol. Ainda no mesmo trabalho, o autor descreve a isomerização do metilchavicol em cis e trans-anetol, enfatizando

que o óleo apresenta aroma adocicado, anisado e herbáceo, o que confere um interesse industrial se somado ao rendimento e facilidade de cultivo.

Assim como na população Paraná, para a realização de ajuste de modelos, foram selecionadas as substâncias majoritárias do óleo essencial, sendo estas o metilchavicol, trans-anetol, trans-cariofileno, germacreno-D, β -selineno, biciclogermacreno.

A análise estatística da composição do óleo essencial de folhas, em função dos tratamentos e dos cortes, foi realizada pelo programa MINITABTM (statistical software release 13.0). Não foi possível realizar análise estatística dos dados de inflorescência em função da irregularidade das amostras (baixo número de repetições por amostra e ausência destas em alguns cortes), o que gerou um baixo número de graus de liberdade do resíduo.

TABELA 57: Quadrados médios da composição de óleo essencial de folhas, **cortes dois a cinco**, *Ocimum selloi* população São Paulo, submetido a diferentes tipos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001.

Causas de Variação	G.L	metilchavicol	trans-anetol	trans-cariofileno	germacreno-D	β -selineno
Cortes (C)	3	405,4*	1,0 ^{NS}	7,2**	10,6**	13,5**
Tratamentos de Adubação (A)	4	13,3 ^{NS}	37,9 ^{NS}	1,3 ^{NS}	1,8 ^{NS}	1,4 ^{NS}
Interação (A x C)	12	10,1 ^{NS}	11,9 ^{NS}	0,8 ^{NS}	0,8 ^{NS}	1,1 ^{NS}
Resíduo	20	16,2	15,9	0,9	1,1	1,3
Total	39					

NS = não significativo; * = significativo a 5% e ** = significativo a 1% pelo teste de F.

Assim como foi observado na população Paraná, os tratamentos não apresentaram diferença significativa na proporção relativa das principais substâncias que

compõem o óleo essencial de *O. selloi* da população São Paulo (**TABELA 58**). A interação entre os tratamentos e os cortes também não foi significativa. Em se tratando dos cortes, observou-se que não houve influência da sazonalidade para o trans-anetol (**TABELA 59**), pois este não apresentou alteração na proporção relativa em nenhum dos cortes avaliados (de dois a cinco). O metilchavicol apresentou o melhor resultado da proporção relativa no quinto corte (verão), sendo os resultados menos favoráveis obtidos por ocasião do quarto corte (inverno/primavera). Estes resultados demonstram que a biossíntese do metilchavicol é favorecida em épocas de alta pluviosidade, temperatura e insolação. Os compostos trans-cariofileno e germacreno-D apresentaram as maiores médias de proporção relativa no quarto corte (inverno/primavera) e, os resultados menos expressivos no quinto corte (verão), sendo este o comportamento inverso do demonstrado pelo metilchavicol. A proporção relativa do β -selineno apresentou melhores resultados no terceiro (outono/inverno) e quarto cortes, não se diferenciando do segundo corte (outono). Os resultados menos favoráveis foram obtidos por ocasião do quinto corte, mostrando que os maiores percentuais de β -selineno são obtidos em épocas de temperaturas amenas

TABELA 58: Proporção relativa dos principais componentes do óleo essencial oriundo de folhas de *O. selloi* SP, submetidos aos diferentes tratamentos de adubação. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

	metilchavicol	trans-anetol	trans-cariofileno	germacreno-D	β -selineno
T1	31,0 A	57,2 A	1,37 A	1,36 A	1,71 A
T2	31,6 A	56,4 A	1,33 A	1,37 A	1,76 A
T3	28,8 A	52,7 A	2,28 A	2,43 A	2,69 A
T4	29,5 A	58,1 A	1,33 A	1,35 A	1,73 A
T5	28,8 A	57,6 A	1,56 A	1,50 A	1,98 A

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

TABELA 59: Proporção relativa dos principais componentes do óleo essencial oriundo de folhas de *O. selloi* SP, nos cortes dois a cinco. BOTUCATU-SP, 2002/2003.

	metilchavicol	trans-anetol	trans-cariofileno	germacreno-D	β-selineno
2º Corte	29,9 B	56,4 A	1,68 AB	1,59 AB	1,71 BC
3º Corte	29,5 B	56,3 A	1,39 AB	1,72 AB	2,24 AB
4º Corte	22,4 C	56,1 A	2,64 A	2,81 A	3,37 AB
5º Corte	38,0 A	56,8 A	0,58 B	0,30 B	0,57 C
Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade					

As médias absolutas de cada tratamento nos cinco cortes realizados, foram submetidas à análise de regressão (Excel 2000), ajustando-se modelos, quando possível, considerando-se, neste caso, o primeiro corte, por apresentar maior relevância quando em conjunto, contribuindo assim para um melhor entendimento dos resultados.

O percentual de metilchavicol nas folhas demonstrou a mesma tendência para os tratamentos, exceto para o tratamento T3 (**FIGURA 34**). Observou-se aumento significativo no percentual do segundo corte, seguida de redução no terceiro e quarto cortes, elevando-se novamente no quinto corte. O R^2 de todos os tratamentos foi significativo. O quinto corte mostrou o maior percentual de rendimento de metilchavicol em folhas para os cinco tratamentos testados, sendo a maior média alcançada pelo tratamento T3 (40,0%), e os menores rendimentos, obtidos no quarto corte.

O teor de metilchavicol, segundo Weyerstahl et al. (1992), pode ter grande variação em função do estágio de desenvolvimento, sendo nulo após e de 24% antes da floração, alterando o aroma de *Strobilanthes callosus* Nees. Este fato, associado a outros, pode explicar o aumento do percentual de rendimento de metilchavicol em folhas no quinto

corte quando comparado aos demais, uma vez que as plantas não apresentaram inflorescências.

Segundo Von Hertwig (1991), a poda das inflorescências pode aumentar o teor de óleo essencial nas folhas.

As inflorescências forneceram curvas de tendência diferentes das observadas para as folhas (**FIGURA 35**). O segundo corte conferiu os melhores resultados para o metilchavicol, com redução do percentual de rendimento no quarto corte. O tratamento T1 não apresentou R^2 significativo ($R^2 = 0,0021$).

O teor de metilchavicol em *Agastache foeniculum*, segundo Mazza e Kiehn (1992), não foi alterado em função de colheitas realizadas nas diferentes estações do ano. Este resultado difere dos encontrados no presente estudo. Em *Artemisia dracunculus*, popularmente conhecida por estragão, fotoperíodos de 16 horas de luz, reduziram o teor de metilchavicol no óleo essencial (SUCHORSKA et al., 1992; citado por MARTINS, 1996). Segundo Simon et al. (1992), o percentual de metilchavicol em *O. basilicum* aumentou, quando as plantas foram submetidas a estresse hídrico. No presente trabalho, resultados inversos foram obtidos, pois os menores percentuais deste composto, foram obtidos nos meses de baixa precipitação e insolação (**FIGURAS 3 e 5**).

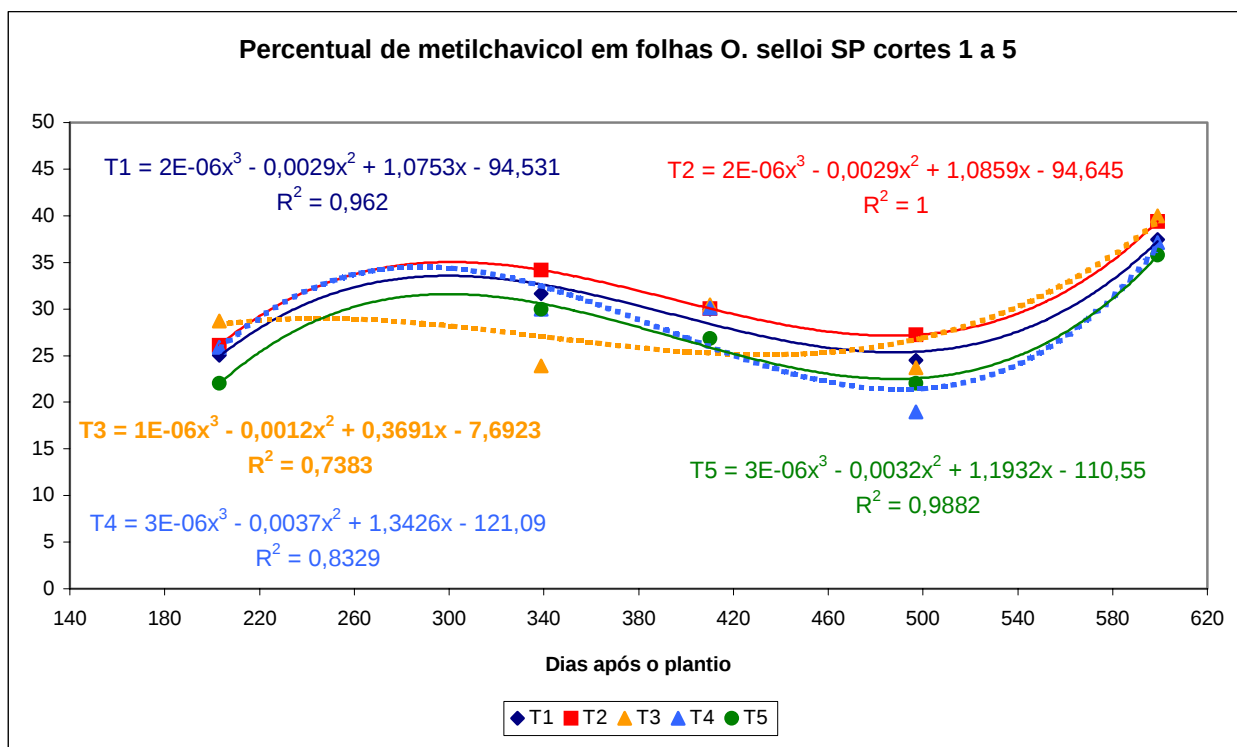


FIGURA 34. Percentual de rendimento de metilchavicol em folhas de *O. selloi* SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

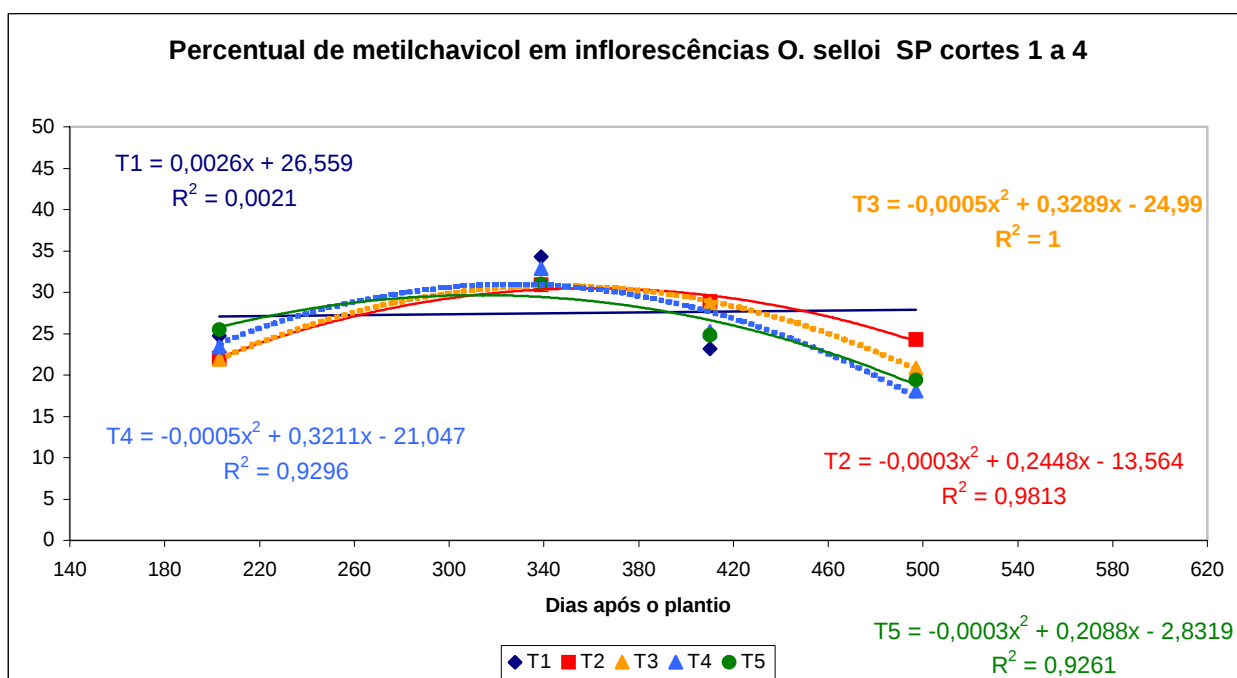


FIGURA 35. Percentual de rendimento de metilchavicol em inflorescências de *O. selloi* SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.

O percentual de rendimento de trans-anetol em folhas, foi constante em todos os cortes, para todos os tratamentos, não havendo nenhuma variação brusca, exceto para o tratamento T3, que reduziu o percentual de trans-anetol do primeiro (59,9 %) para o segundo corte (47,9 %), o que gerou um diferencial de 20 %. No primeiro corte, foram obtidas as maiores médias de rendimento para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 (60,2 %, 60,9 %, 59,9 % e 61,1 %, respectivamente), sendo a melhor média do tratamento T5 (60,3%), obtida no segundo corte (**FIGURA 36**). Todos os tratamentos apresentaram R^2 significativo a 5%, pelo teste de F.

O percentual de trans-anetol em folhas foi superior ao das inflorescências.

A influência das épocas de plantio e colheita de funcho (*Foeniculum vulgare*) sobre o rendimento e a composição química do óleo essencial oriundo de sementes verdes, maduras e secas, mostrou que o percentual de trans-anetol não foi alterado em nenhum dos cortes realizados, bem como nas partes colhidas, havendo diferenças apenas no estágio de maturação das sementes (STEFANINI, 2002).

Em inflorescências, o comportamento dos tratamentos não apresentou uniformidade, sendo significativo apenas os tratamentos T2 ($R^2 = 0,984$), T3 ($R^2 = 0,9427$) e T4 ($R^2 = 0,9606$). O maior pico de trans-anetol ocorreu no segundo corte, obtido pelo tratamento T2 (53,1 %) e, o menor, no quinto corte, também conferido ao tratamento T2 (31,2 %) (**FIGURA 37**).

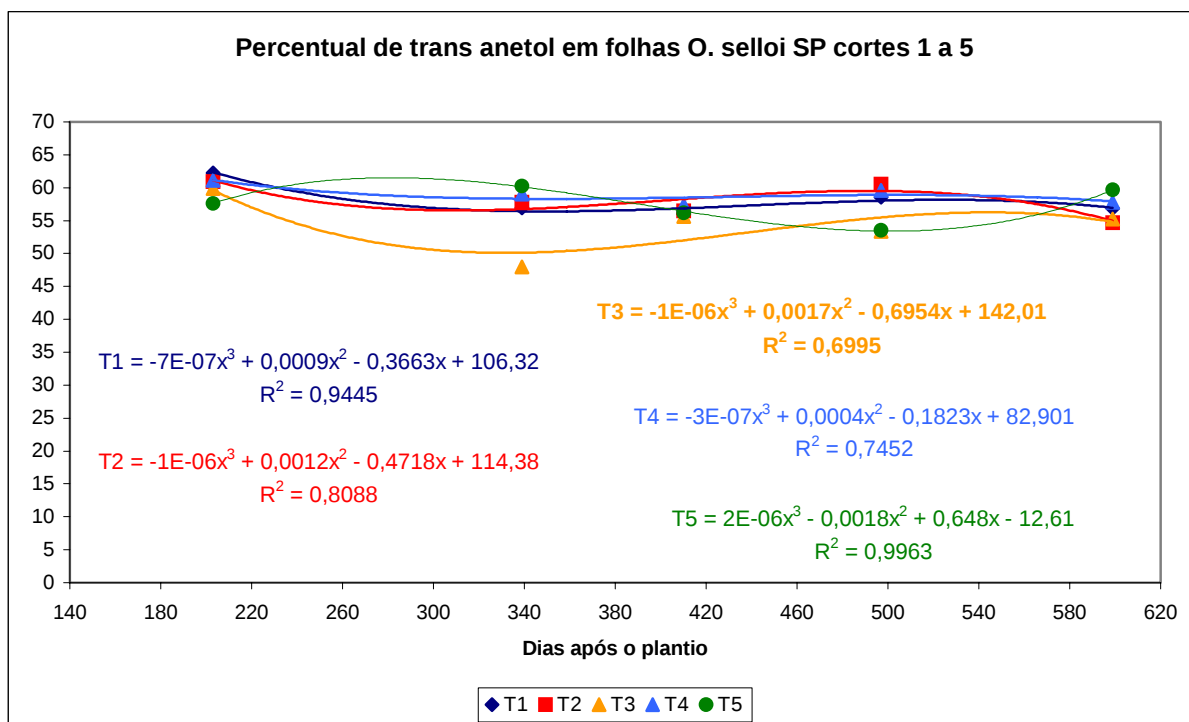


FIGURA 36. Percentual de rendimento de trans-anetol em folhas de *O. selloi* SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

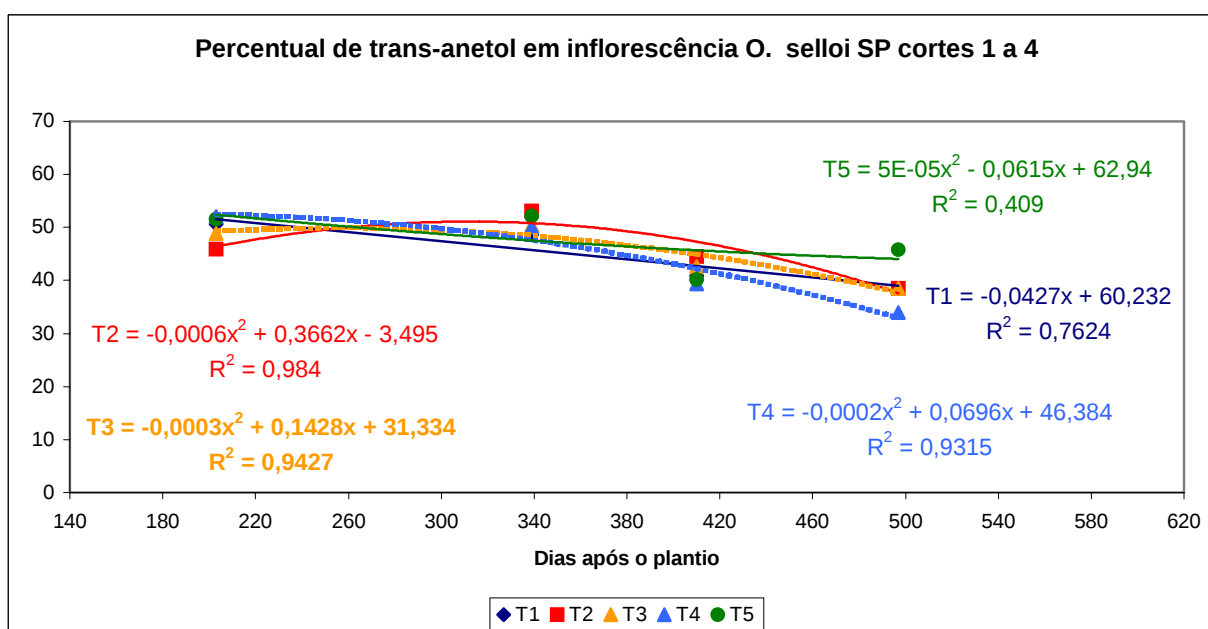


FIGURA 37. Percentual de rendimento de trans-anetol em inflorescências de *O. selloi* SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.

O trans-cariofileno nas folhas, apresentou diferentes respostas nos diferentes cortes realizados (**FIGURA 38**). O quinto corte apresentou o menor percentual de rendimento para os cinco tratamentos, sendo o menor rendimento oriundo do tratamento T2 (0,8 %). O tratamento T5 apresentou o maior percentual de trans-cariofileno no primeiro (2,4 %), terceiro (1,8 %) e quarto cortes (3,0 %). O tratamento T3 apresentou a maior média (3,9 %) entre todos os tratamentos no segundo corte, porém, o R^2 deste tratamento não apresentou significância ($R^2 = 0,4913$).

Em inflorescências, o percentual de rendimento de trans-cariofileno teve redução no segundo corte, aumentando no terceiro, atingindo o máximo de rendimento no quarto corte (**FIGURA 39**). O maior pico deste composto foi conferido ao tratamento T4 (7,2 %) no quarto corte. O tratamento T1, não apresentou R^2 significativo ($R^2 = 0,3435$).

O percentual de germacreno-D em folhas (**FIGURA 40**) apresentou resultados semelhantes para os tratamentos T1, T2, T4 e T5, pois nestes, o percentual teve redução no segundo corte, aumento no terceiro e quarto cortes, sendo no quarto, a maior média destes tratamentos, seguida de drástica redução no quinto corte. O tratamento T4 apresentou a menor média (0,26 %) no quinto corte, não diferenciando muito dos demais tratamentos e, o tratamento T3, a maior média (3,9 %) no segundo corte, não sendo, porém, o R^2 deste tratamento significativo ($R^2 = 0,5816$).

Os tratamentos, nas inflorescências, apresentaram a mesma tendência nos cortes para o germacreno-D. O percentual no primeiro corte foi alto, reduzindo-se no segundo, aumentando no terceiro, atingindo o percentual máximo no quarto corte (**FIGURA 41**). O tratamento T4 obteve o maior percentual (5,3, %) no quarto corte e o tratamento T5, o

menor rendimento (1,5%) no segundo corte. O tratamento T1 não apresentou R^2 significativo ($R^2 = 0,0006$).

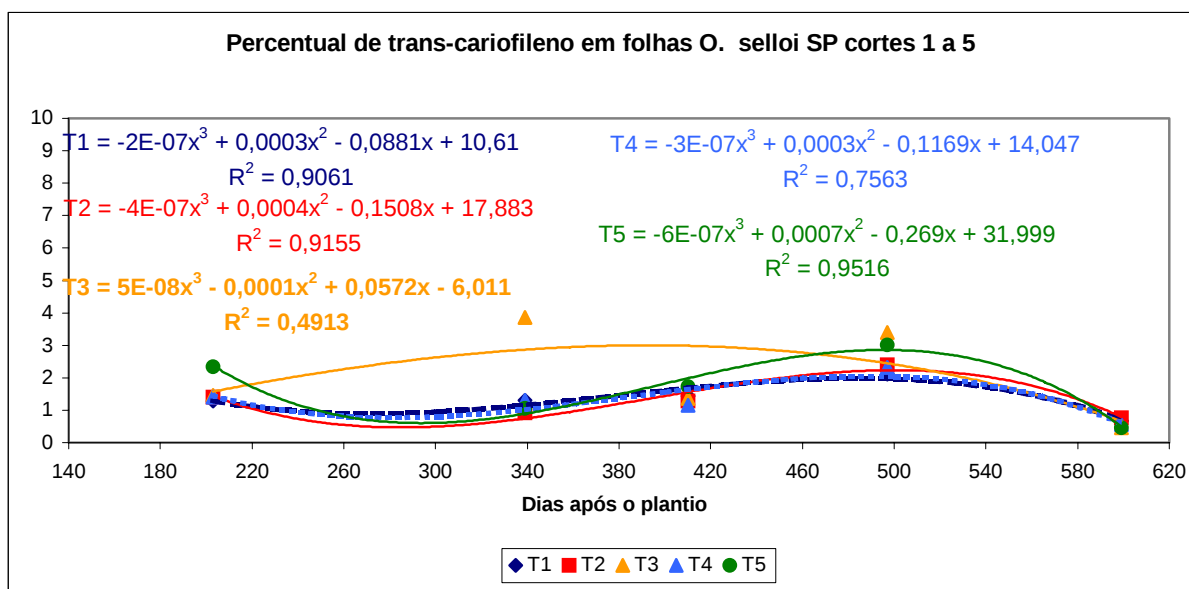


FIGURA 38. Percentual de rendimento de trans-cariofileno em folhas de *O. selloi* SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

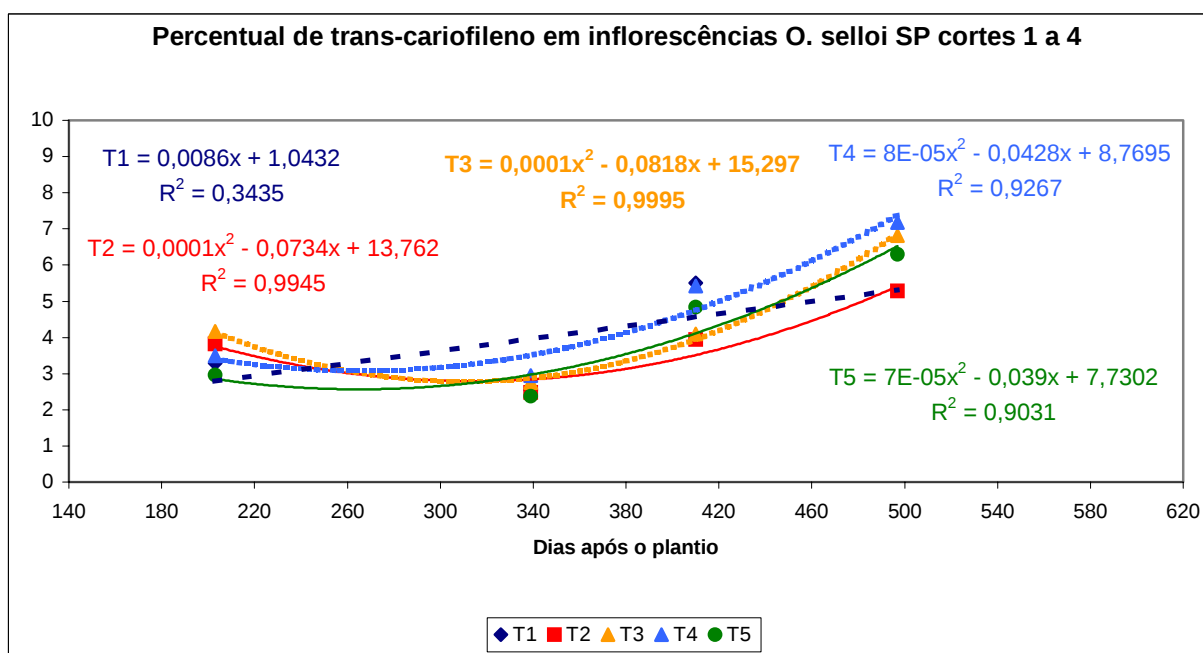


FIGURA 39. Percentual de rendimento de trans-cariofileno em inflorescências de *O. selloi* SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.

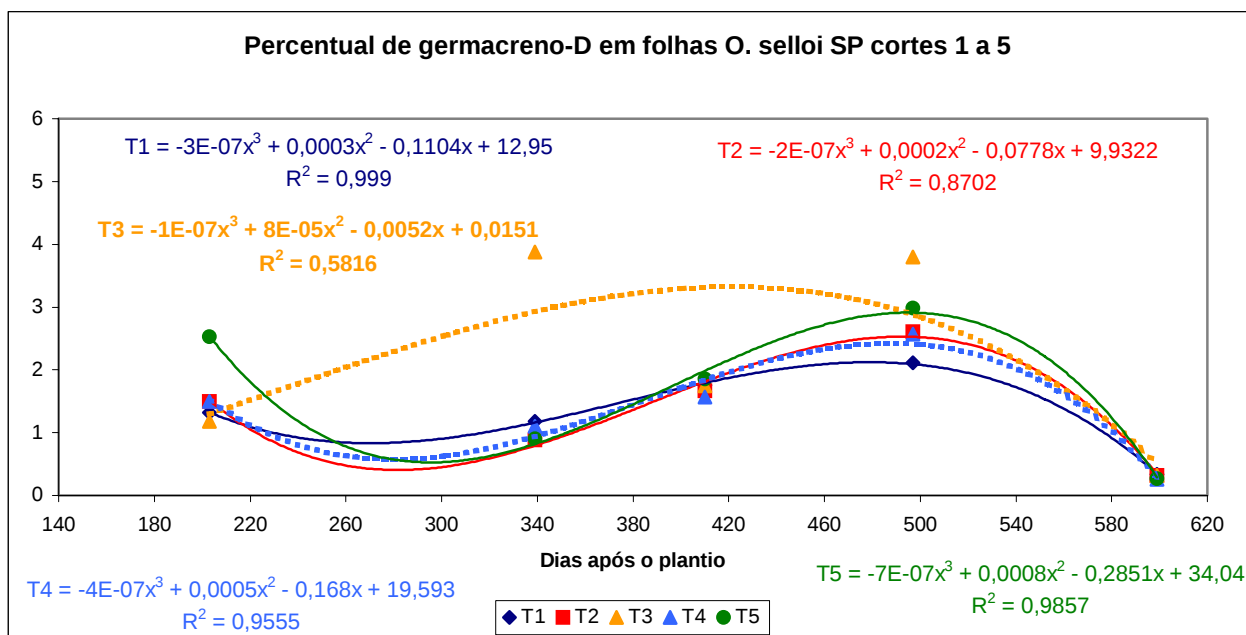


FIGURA 40. Percentual de rendimento de germacreno-D em folhas de *O. selloi* SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

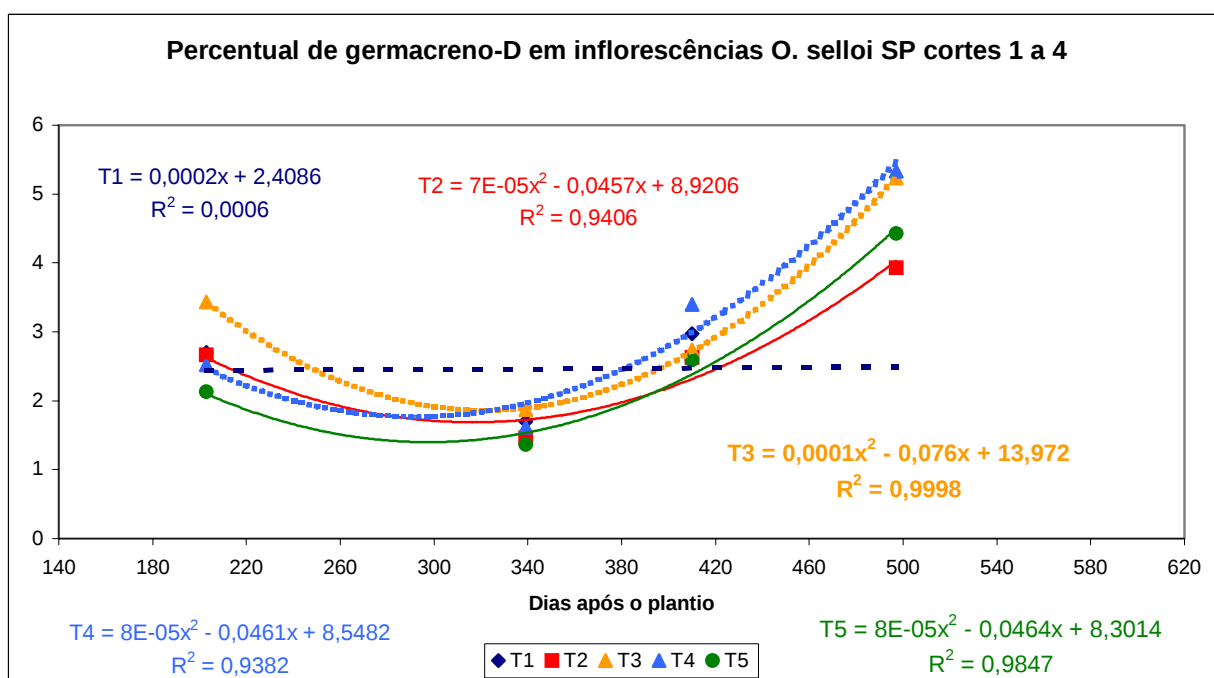


FIGURA 41. Percentual de rendimento de germacreno-D em inflorescências de *O. selloi* SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.

O baixo rendimento do germacreno-D no segundo e quinto cortes (para as folhas) cortes, ocorridos em abril/02 (outono) e janeiro/03 (verão), respectivamente significa que, altas temperaturas, precipitação e insolação, condições ambientais características dos meses que antecederam aos cortes, influenciaram negativamente na produção de germacreno-D em folhas no rebroto.

O comportamento do β -selineno nas folhas foi o mesmo do germacreno-D, também em folhas, conforme demonstrado nas **FIGURAS 42 e 43**. O quinto corte apresentou os percentuais de rendimento mais baixos, e, o tratamento T3 no segundo corte, o tratamento com o maior percentual de rendimento do composto (4,13 %). O tratamento T3 não apresentou R^2 significativo.

Para inflorescências, no segundo corte foram obtidas as menores médias de rendimento de β -selineno. Os tratamentos T1 e T5, tiveram seus maiores percentuais no terceiro corte (6,0 e 5,6 % respectivamente), sendo a média do tratamento T1, a maior entre todos os tratamentos. Os tratamentos T2 e T3 apresentaram as maiores médias no primeiro corte (5,4 e 5,0 % respectivamente) e, o tratamento T4, no quarto corte (5,64 %). A **FIGURA 43** mostra que apenas os tratamentos orgânicos, T2 e T3, apresentaram R^2 significativo (0,8308 e 0,7492, respectivamente).

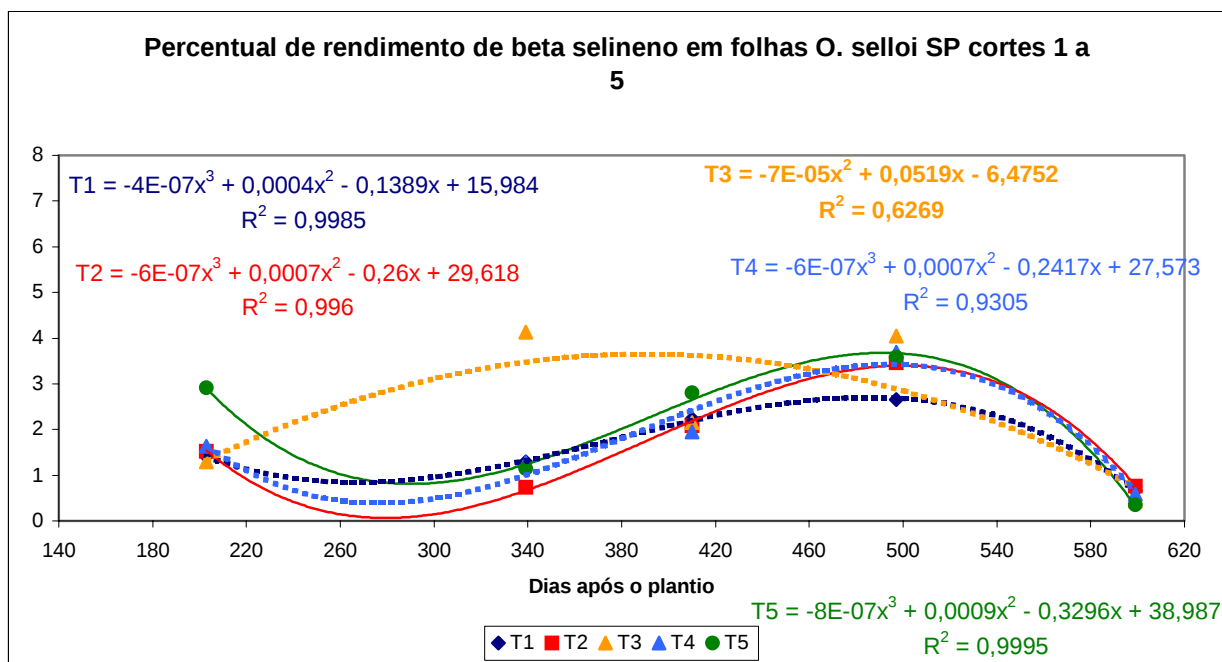


FIGURA 42. Percentual de rendimento de β -selineno em folhas de *O. selloi* SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

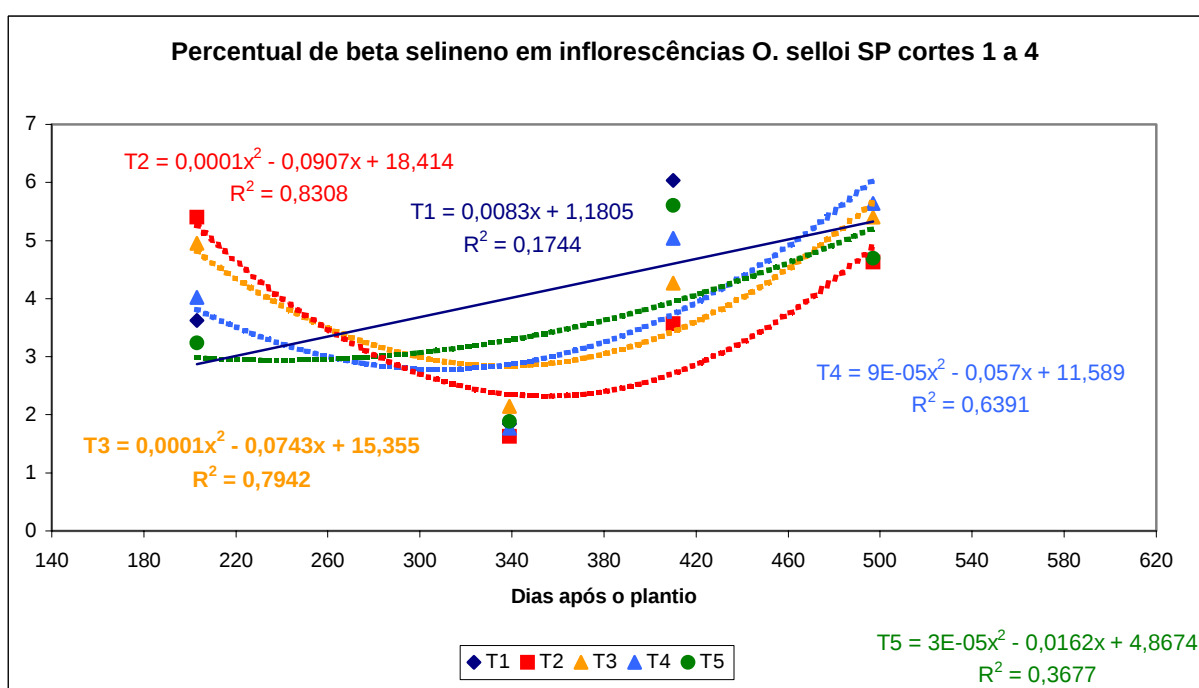


FIGURA 43. Percentual de rendimento de β -selineno em inflorescências de *O. selloi* SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP, 2001/2002.

Não foi observada a presença de biciclogermacreno no primeiro corte, nas folhas, assim como nas inflorescências. Nas folhas, o comportamento dos tratamentos foi irregular, obtendo os tratamentos T1, T2, T4 e T5, os melhores resultados no quarto corte (4,0; 4,7; 4,3 e 5,8 %, respectivamente). O tratamento T3 apresentou o melhor resultado no segundo corte (7,3 %), não sendo, porém, o R^2 deste tratamento significativo pelo teste de F a 5% ($R^2 = 0,6269$). Todos os tratamentos tiveram seu menor percentual no quinto corte (**FIGURA 44**).

Nas inflorescências, observou-se aumento no percentual de rendimento de biciclogermacreno, do primeiro ao quarto corte. O melhor resultado pertence ao tratamento T3 (11,7 %) no quarto corte, e o menor, ao tratamento T2 no segundo corte (3,7 %) (**FIGURA 45**).

Analisando-se o comportamento de germacreno-D, trans-cariofileno, β -selineno nas folhas, notou-se que estes são favorecidos em condições de temperaturas amenas, baixa radiação solar e precipitação, condições opostas às favoráveis para o aumento no percentual de metilchavicol, o que demonstrou que estas substâncias têm maior influência das condições ambientais (luz, água e temperatura) em sua biossíntese, quando comparadas aos tratamentos de adubação utilizados no experimento, reconhecendo-se também a importância deste no metabolismo secundário.

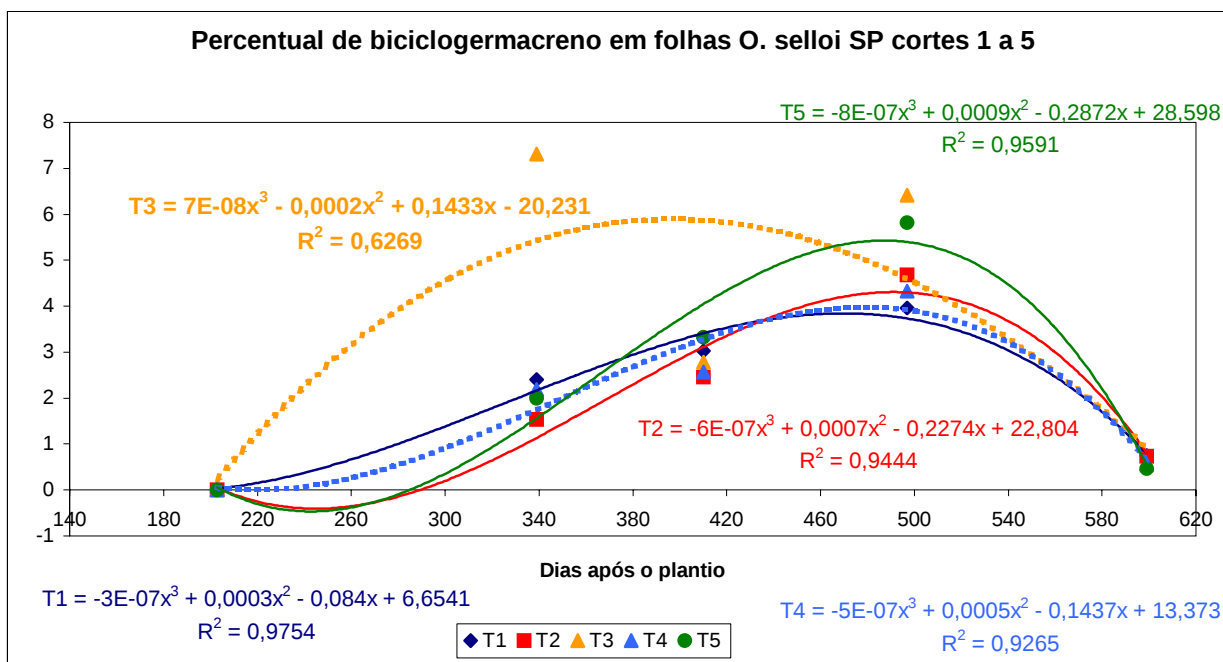


FIGURA 44. Percentual de rendimento de biciclogermacreno em folhas de *O. selloi* SP, nos cortes de um a cinco. BOTUCATU-SP, 2001/2002/2003.

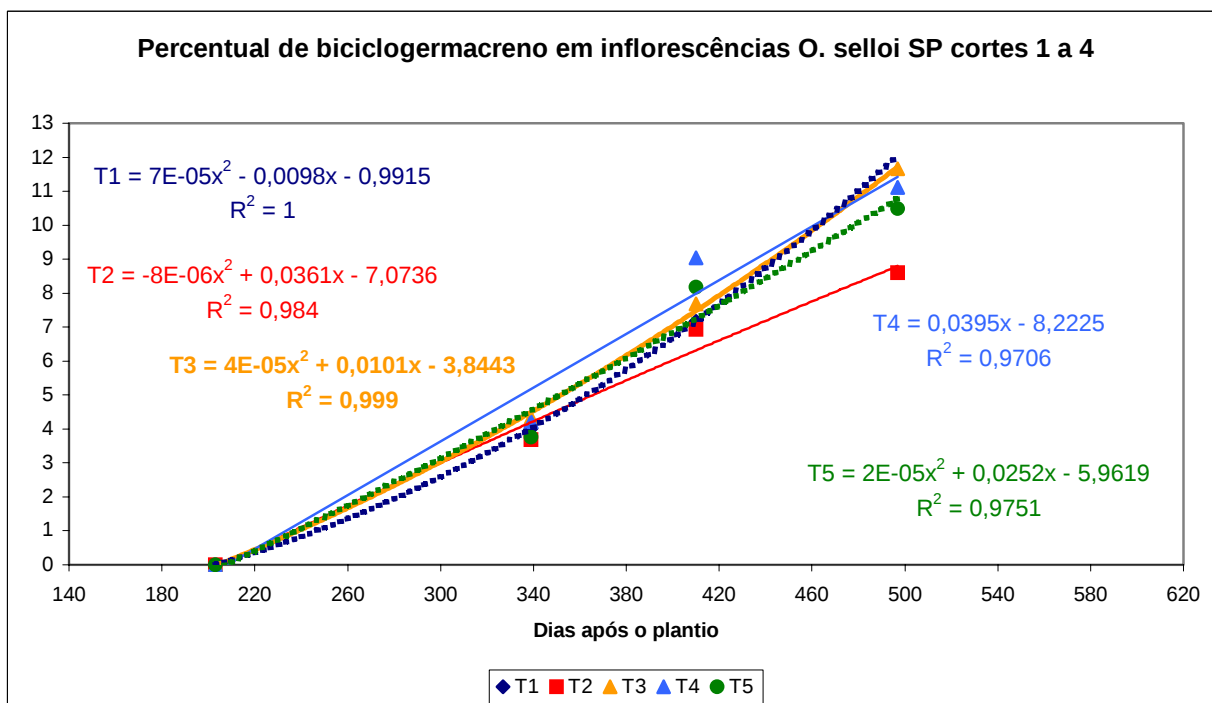


FIGURA 45. Percentual de rendimento de biciclogermacreno em inflorescências de *O. selloi* SP, nos cortes de um a quatro. BOTUCATU-SP 2001/2002/2003.

Estudando dois acessos (A e B) de *O. selloi*, Martins (1996), encontrou como composto principal no acesso A, o metilchavicol, como a população São Paulo, porém, no acesso B, o componente principal do óleo foi o metileugenol. Este composto fora encontrado em baixas percentagens muito baixas no óleo essencial da população São Paulo, (traços) nos dois primeiros cortes, estando ausente na composição do óleo essencial da população Paraná.

O metilchavicol foi encontrado no óleo essencial da população São Paulo, sendo o segundo composto encontrado em maior concentração. O componente majoritário deste óleo foi o trans-anetol, sendo que nenhum dos dois foi encontrado no óleo essencial da população Paraná, que tem por composto majoritário, a elimicina. Isto pode caracterizar quimiotipos ou variedades diferentes.

6.4. Extração dos Óleos Essenciais de *Ocimum selloi* com Dióxido de Carbono

Supercrítico

Baseado nos melhores resultados obtidos quanto à produção de fitomassa, rendimento de óleo essencial e proporção relativa dos compostos majoritários dos óleos essenciais em função do tratamento utilizado (orgânico e mineral) e época de corte (sazonalidade) selecionou-se para o estudo qualitativo e quantitativo dos óleos essenciais pela técnica convencional (hidrodestilação) e dióxido de carbono supercrítico duas amostras de folhas *O. selloi* por população: população Paraná, 2^o corte, tratamentos T2 e T4; população São Paulo, 5^o corte, tratamentos T2 e T5.

Apesar dos óleos essenciais terem sido anteriormente extraídos por hidrodestilação optou-se por efetuar novas extrações por essa técnica, de maneira a minimizar equívocos na comparação dos resultados com a extração com dióxido de carbono supercrítico, uma vez que, o tempo de armazenamento pode alterar tanto o rendimento, quanto à composição química dos óleos essenciais.

Conforme demonstrado na **TABELA 60**, O rendimento dos óleos essenciais obtidos com dióxido de carbono supercrítico foi maior em relação à técnica de hidrodestilação, correspondendo a 354% e 363% para T2 e T4 na população Paraná e 279% e 333% para T2 e T5 na população São Paulo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Rodrigues et al (2003), em estudos de extração dos óleos essenciais de sementes de erva-doce (*Pimpinella anisum* L.) pelo processo de hidrodestilação e com dióxido de carbono envolvendo temperatura de 30 °C e pressões de 80, 100, 140 e 180 bar. O rendimento do óleo essencial via hidrodestilação (0,72%)

foi consideravelmente mais baixo ao obtido na tecnologia supercrítica: 2,11% para 80 bar; 3,58% para 100bar; 2,41% para 140 % e 3,35% para 180 bar.

Estudos realizados com folhas de *Lippia sidoides* Cham. por hidrodestilação e com dióxido de carbono pressurizado demonstraram resultados semelhantes entre os dois processos: 2,19 para pressão de 66,7 bar e 2,40% para hidrodestilação (SOUSA et al, 2002).

TABELA 60 Rendimento dos óleos essenciais das folhas de *Ocimum selloi* extraídos por hidrodestilação e por dióxido de carbono supercrítico (200 bar e 30° C).

Técnica	Rendimento (%)			
	População Paraná (PR) (2º corte)		População São Paulo (SP) (5º corte)	
	T2	T4	T2	T5
Hidrodestilação	0,75	0,73	0,83	0,81
Dióxido de carbono	2,59	2,65	2,32	2,70

T2 = tratamento orgânico; T4 e T5 = tratamento mineral

Independentemente do tratamento utilizado no cultivo (orgânico e mineral), época de corte (2º corte e 5º corte) e população (Paraná e São Paulo) a composição química dos óleos essenciais de *Ocimum selloi* obtidos pelas duas técnicas são divergentes (**TABELAS 61 e 62**), com os óleos essenciais obtidos por hidrodestilação apresentando um maior número de substâncias que os obtidos por extração supercrítica.

Os óleos essenciais da população Paraná obtidos pela técnica convencional e tecnologia supercrítica apresentaram em comum como compostos majoritários a elemicina (55,7 a 77,2%), β -selineno (4,2 a 6,6%) e óxido de cariofileno (4,3 a 14,6%).

Embora não citada anteriormente, o óxido de cariofileno, está presente nos óleos essenciais obtidos previamente por hidrodestilação, porém em baixa proporção relativa.

TABELA 61. Composição química dos óleos essenciais das folhas de *Ocimum selloi* extraídos por hidrodestilação e por dióxido de carbono supercrítico (200 bar e 30° C), segundo corte, tratamentos T2 e T4, população Paraná.

Substância	(%)			
	Hidrodestilação		Dióxido de Carbono	
	T2	T4	T2	T4
α -copaeno	1,4	1,3	-	-
β -bourboneno	2,1	1,4	-	-
trans-cariofileno	3,0	3,7	1,6	1,8
germacreno D	1,7	2,2	-	-
β -selineno	6,6	7,5	5,6	4,2
α -selineno	1,6	1,2	1,9	1,2
biciclogermacreno	2,9	4,0	-	-
δ -cadineno	0,7	1,0	-	-
elemicina	65,1	55,7	79,9	77,2
espatulenol	4,5	6,3	2,6	1,9
óxido de cariofileno	10,2	14,6	5,5	4,3
Não identificado	0,2	1,1	2,9	9,4

T2 = tratamento orgânico; T4 = tratamento mineral.

Tr = traços < 0,20%

Para a população São Paulo, os óleos essenciais apresentaram como compostos majoritários para as duas técnicas o trans-anetol (52,4 a 66,8%) e metilchavicol

(4,3% a 38,3%), com redução na proporção relativa do metilchavicol na extração com dióxido de carbono.

O menor número de substâncias, em especial as mais voláteis, nos óleos essenciais obtidos com dióxido de carbono supercrítico pode ser devido a perda por arraste no momento da descompressão do gás. Tal problema poderia ser minimizado através de duas alternativas: captura dos voláteis em uma coluna de vidro com material adsorvente, por exemplo Porapak, após o frasco coletor do óleo essencial ou alteração das condições operacionais (pressão, temperatura e vazão do solvente).

TABELA 62 Composição química dos óleos essenciais das folhas de *Ocimum selloi* extraídos por hidrodestilação e com dióxido de carbono supercrítico (200 bar e 30 C), quinto corte, tratamentos T2 e T5, População São Paulo.

Substância	Substância (%)			
	Hidrodestilação		Dióxido de Carbono	
	T2	T5	T2	T5
metilchavicol	37,3	38,3	8,4	4,3
cis-anetol	1,6	1,7	-	-
trans-anetol	52,4	55,0	62,8	66,8
α -copaeno	1,0	0,5	-	-
trans-cariofileno	1,7	0,9	-	-
germacreno D	1,1	0,5	-	-
β -selineno	1,9	1,1	-	-
biciclogermacreno	1,8	0,9	-	-
espatulenol	tr	0,4	-	-
óxido de cariofileno	0,4	0,4	-	-
Não identificado	0,8	0,3	28,8	28,9

T2 = tratamento orgânico; T4 = tratamento mineral

tr = traços < 0,20%

Nos óleos essenciais extraídos com dióxido de carbono, para as duas populações, observa-se a presença de uma fração mais pesada, composta por substâncias de maior massa molecular, não identificadas, sendo mais abundantes na população São Paulo (28,8% e 28,9%) do que na população Paraná (2,9% e 9,4%).

Este fator (fração pesada) associado ao alto rendimento das extrações com dióxido de carbono indica que essa técnica pode estar extraindo outras classes de substâncias não pertencentes aos óleos essenciais, assim como observado por Rodrigues et al. (2003) para erva-doce, onde após fracionamento da oleoresina por cromatografia em camada delgada preparativa, constatou-se além dos compostos do óleo essencial, dentre eles o componente majoritário (anetol), ácidos graxos e hidrocarbonetos.

6.5. Análise de solo para fins de fertilidade e extração de macro e micronutrientes

6.5.1. População Paraná.

Para a discussão dos resultados oriundos das análises de solo, foram utilizadas as classificações por faixas (RAIJ et al., 1995) sendo o *O. selloi* considerado como espécie perene.

Os resultados demonstraram que, para pH, houve variação de faixas em função dos tratamentos utilizados (**FIGURA 46**). Os tratamentos minerais T4 e T5 (0-20 cm) apresentaram pH acima de 6,0 (acidez muito baixa), sendo no segundo e quinto cortes para o tratamento T4 e no quinto corte para o tratamento T5. O tratamento T2 apresentou baixa acidez no solo independente da época de amostragem. Os tratamentos T1 e T3 apresentaram níveis médios de acidez (5,1 - 5,5), sendo que o T3, apresentou níveis altos de acidez (4,4 - 5,0) nos três últimos cortes. O pH do subsolo (20 – 40 cm de profundidade) apresentou-se bastante ácido (< 4,3), principalmente no primeiro corte, mostrando que não houve efeito positivo da calagem e dos tratamentos sobre este. Apenas o tratamento T4 apresentou acidez média no terceiro e quinto cortes. Não houve correlação entre o pH e o rendimento de fitomassa e rendimento de óleo essencial.

O pH influencia na disponibilidade dos nutrientes do solo, como mostrado por Haag (1987). A maior mineralização do nitrogênio ocorre em pH de 6,0 a 8,0, devido a maior presença de microorganismos no solo em função da decomposição da matéria orgânica. A acidez elevada do solo, em presença elevada de ferro e alumínio, favorece a formação de compostos de fósforo insolúveis. Solos ácidos também apresentam deficiência de potássio, devido à lixiviação excessiva que pode ocorrer, bem como deficiência de cálcio e

magnésio. A solubilidade do boro, cobre, ferro e manganês é maior em solos ácidos, podendo o manganês atingir níveis tóxicos a planta. Observa-se o inverso para o molibdênio, tendo a sua solubilidade aumentada em função do aumento do pH do solo.

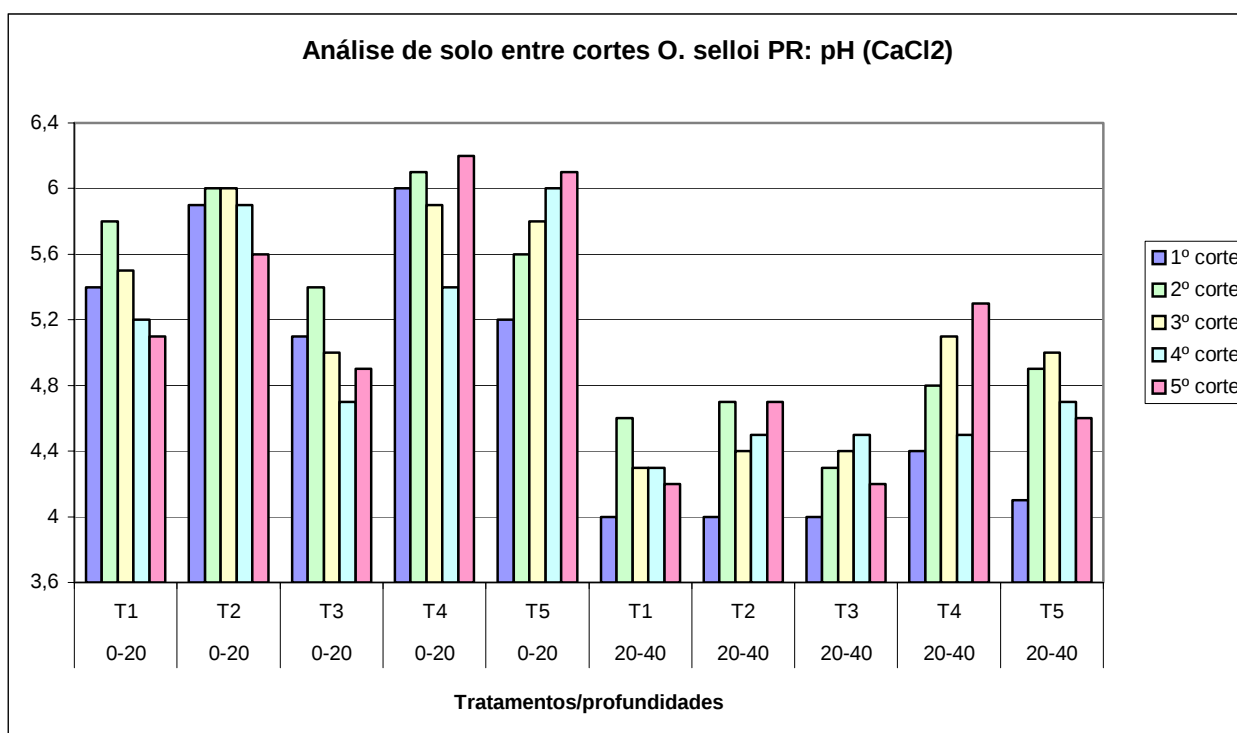


FIGURA 46. Avaliação dos níveis de pH do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Há alguns trabalhos relatando observações da variação do pH do solo em características avaliadas de plantas cultivadas. Laughlin (1993) relatou que a faixa de pH no solo entre 5,0 e 8,2 não afetaram o teor de artemisina como o de ácido artemisínico, ocorrendo, porém, redução na produção de folhas quando o pH era inferior a 5,5 e superior a 7,5. Pereira et al. (1998 b), observaram que plantas da espécie *Eclipta alba* cultivadas em solo

com quatro diferentes níveis de pH (4,2; 5,2; 5,6 e 6,8), não apresentaram diferenças em folhas e caules, notando-se porém, alongação de raízes com o aumento do pH. Choudhury e Bordoloi (1988), avaliaram a interferência de quatro níveis de pH do solo, sendo estes: 4,5; 5,5; 6,5 e 7,5, em *Ocimum gratissimum* constatando que a maior produção de massa verde e de óleo essencial foi obtida nos tratamentos com pH mais alcalino, não havendo porém diferença significativa entre os tratamentos quando se avaliou o percentual de eugenol na composição do óleo. Prasad et al (1998), observaram uma redução na produção de fitomassa e de óleo essencial de *Artemisia annua*, quando estas se encontravam em condições de cultivo em solos com pH entre 7,9 e 8,9, sendo o maior rendimento de óleo obtido quando as mesmas se encontravam em solos com pH na faixa de 4,9 a 5,1.

O teor de fósforo (P) apresentou-se alto ($31 - 60 \text{ mg /dm}^3$) na camada superficial apenas no tratamento T2, na época do primeiro corte (35 mg /dm^3), havendo redução nas demais épocas de amostragem, resultando em alteração de faixa (de alto para médio), apresentando o quarto e quinto cortes, baixos teores de P no solo ($6 - 12 \text{ mg /dm}^3$) (**FIGURA 47.**). Outra alteração observada ocorrera com o tratamento T4, com nível muito baixo ($0 - 5 \text{ mg /dm}^3$) no quarto corte (3 mg/dm^3), aumentando para 11 mg /dm^3 no quinto corte. O tratamento T1 apresentou níveis muito baixos em todos os cortes, não alterando os teores iniciais do solo, ou seja, teores obtidos antes da instalação do experimento no campo (**TABELA 2**). Na camada de 20-40 cm, todos os tratamentos apresentaram níveis de P muito baixos, em todos os cortes.

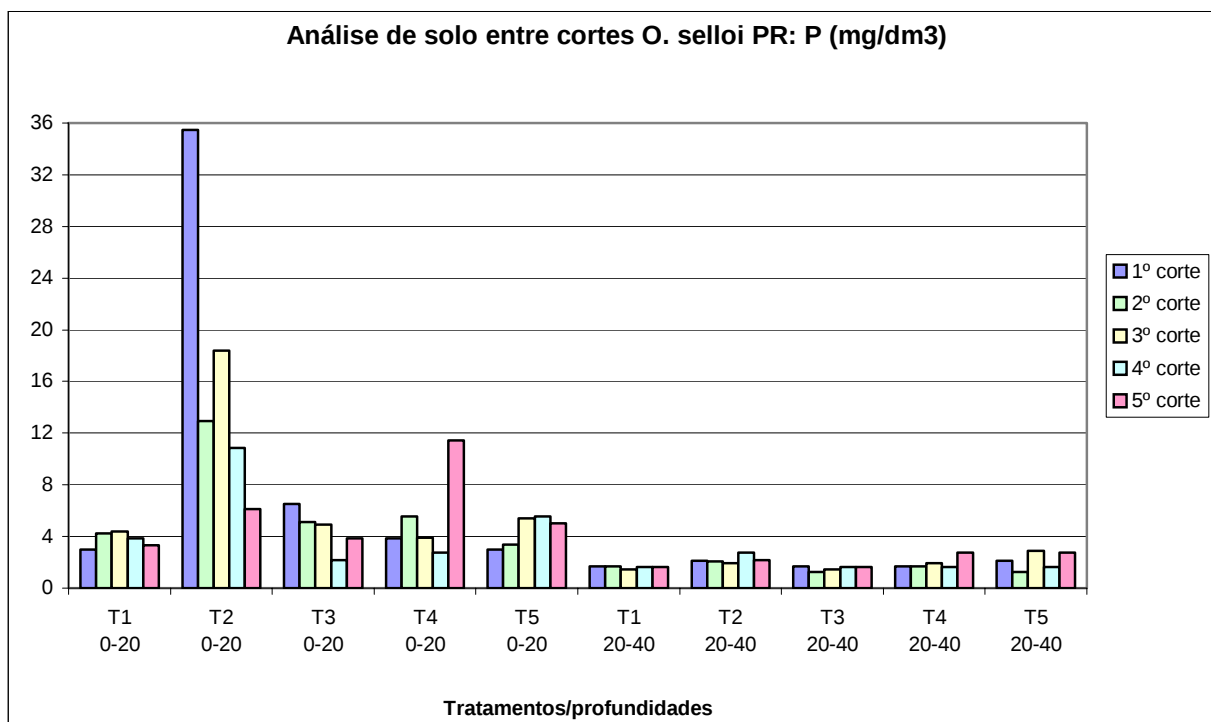


FIGURA 47. Avaliação dos níveis de P do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Com relação aos teores de potássio (K) na camada superficial do solo, o tratamento T1 apresentou níveis baixos ($0,8 - 1,5 \text{ mmol/dm}^3$) em todos os cortes (**FIGURA 48**), exceto no primeiro corte, quando apresentou nível médio ($1,6 - 3,0 \text{ mmol/dm}^3$). O tratamento T2 apresentou alto teor de K no primeiro corte ($3,1 - 6,0 \text{ mmol/dm}^3$), teor médio no segundo, voltando a apresentar alto teor no terceiro corte, seguido de redução para o teor médio e baixo no quarto e quinto cortes, respectivamente. O tratamento T3 manteve o teor médio nos três primeiros cortes, reduzindo-se a baixo teor no quarto e quinto cortes. Já o tratamento T4 apresentou níveis baixos, sendo o teor muito baixo no quarto corte. O T5 obteve níveis baixos pra todos os cortes, não havendo alteração de faixas. Na camada de 20-40 cm, o

tratamento T2 resultou em teores médios de K nos três primeiros cortes. Isto demonstra que, 50 000 kg/ha de esterco de curral curtido contém maiores teores de K que as demais doses de adubos minerais e orgânicos aplicados e, devido a grande mobilidade do K no solo, este ainda manteve-se em teores médios até a 40 cm de profundidade.

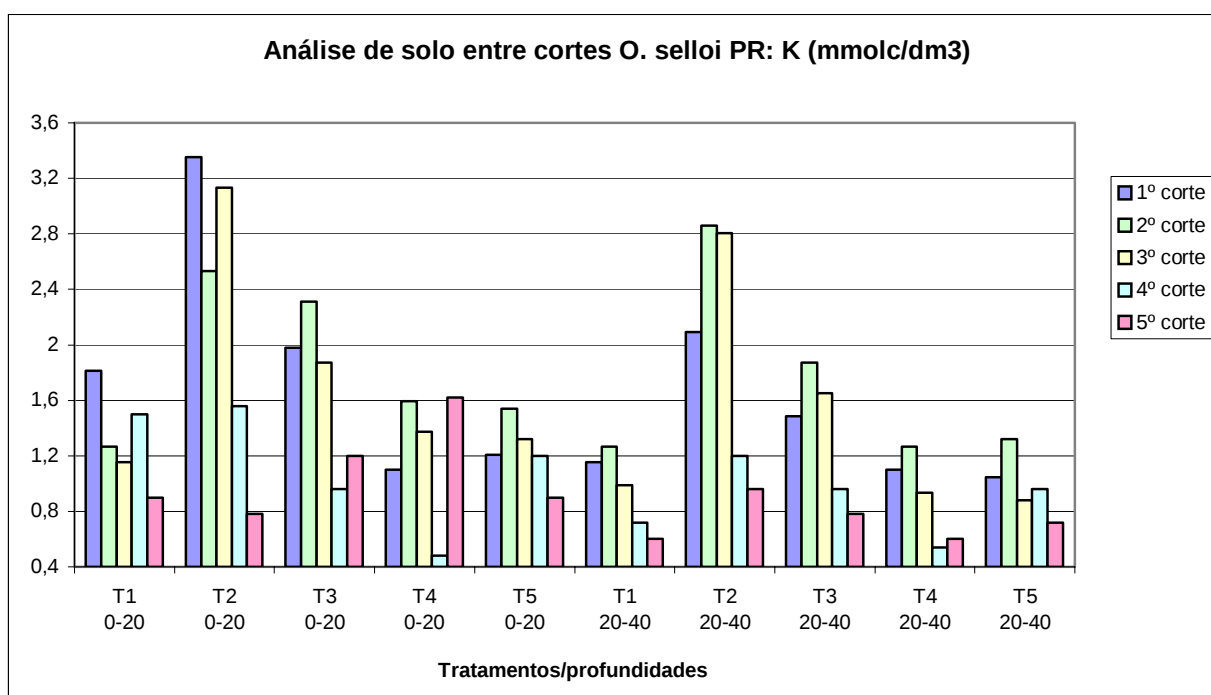


FIGURA 48 Avaliação dos níveis de K do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) permaneceram altos (maiores que 7 e 8, respectivamente) em todos os cortes e todos os tratamentos (**FIGURAS 49 e 50**, respectivamente), em ambas as profundidades para o Ca e de 0-20 para o Mg. Esta classificação segundo Raij et al (1995), apresentam os valores mínimos desejáveis para as culturas em geral, sem levar em consideração a interpretação em termos da porcentagem da CTC.

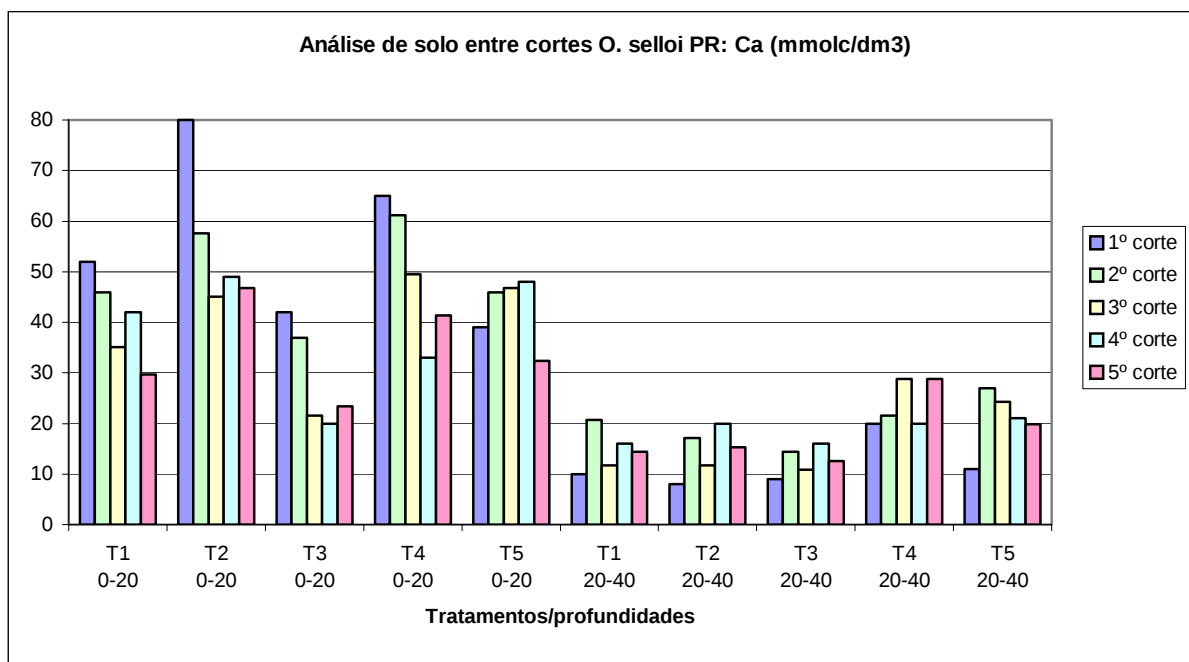


FIGURA 49 Avaliação dos níveis de Ca do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

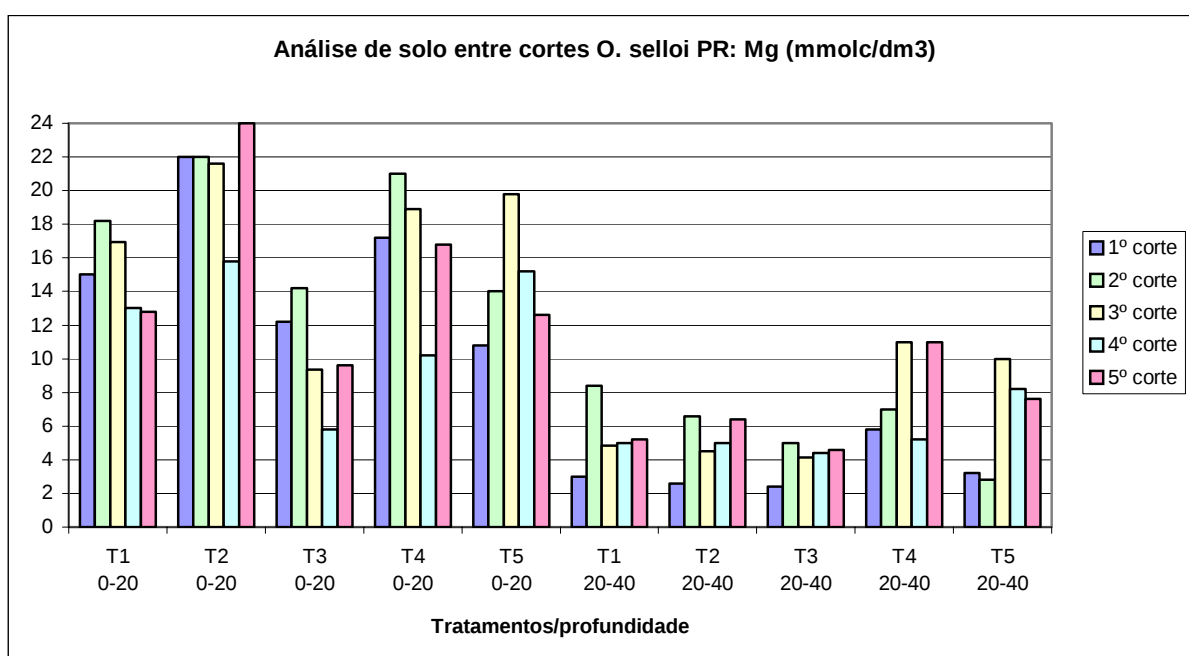


FIGURA 50. Avaliação dos níveis de Mg do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

A saturação de bases do solo (V%) não foi uniforme para os tratamentos em função das amostragens efetuadas nos períodos de cortes (**FIGURA 51**). No entanto, verifica-se que de maneira geral, na camada superficial do solo, o V% manteve-se na faixa média, com exceção do tratamento T3, com baixa saturação a partir do terceiro corte.

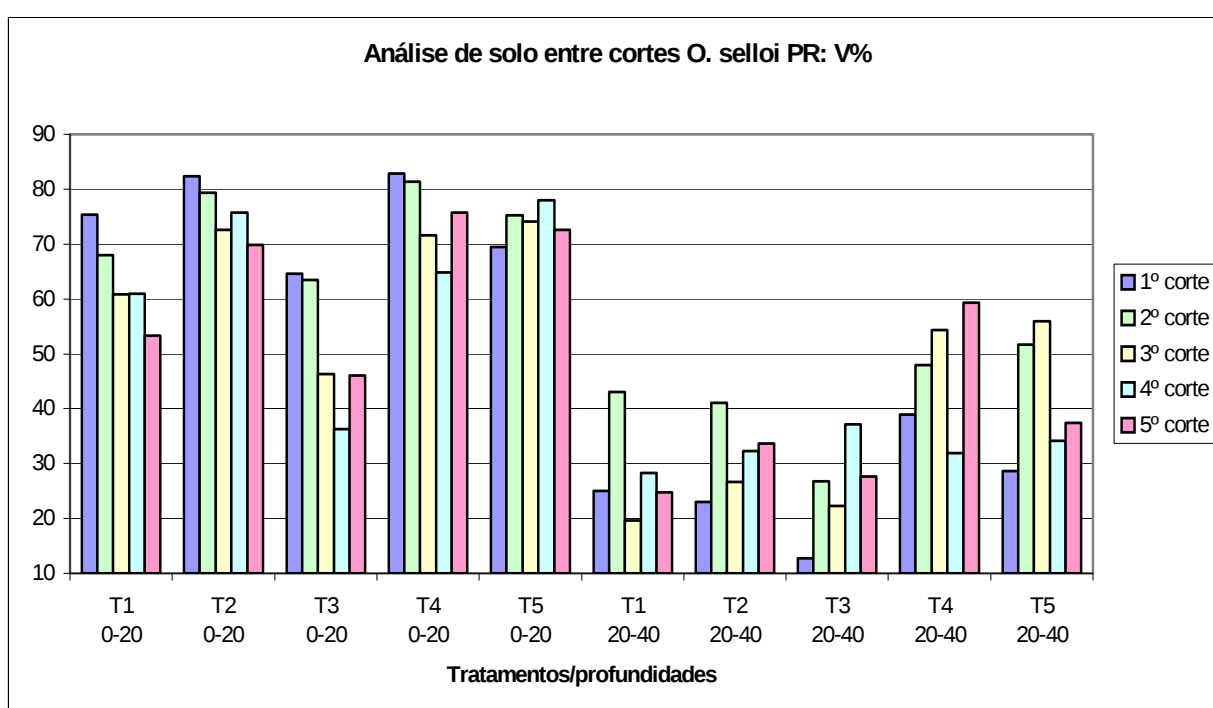


FIGURA 51. Avaliação do V% do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

No teor de matéria orgânica do solo não houve grandes alterações em função dos tratamentos, mesmo quando se aplicou o proporcional a 50 t/ha de esterco bovino, mantendo-se no solo em teores médios próximos aos valores da testemunha (**FIGURA 52**).

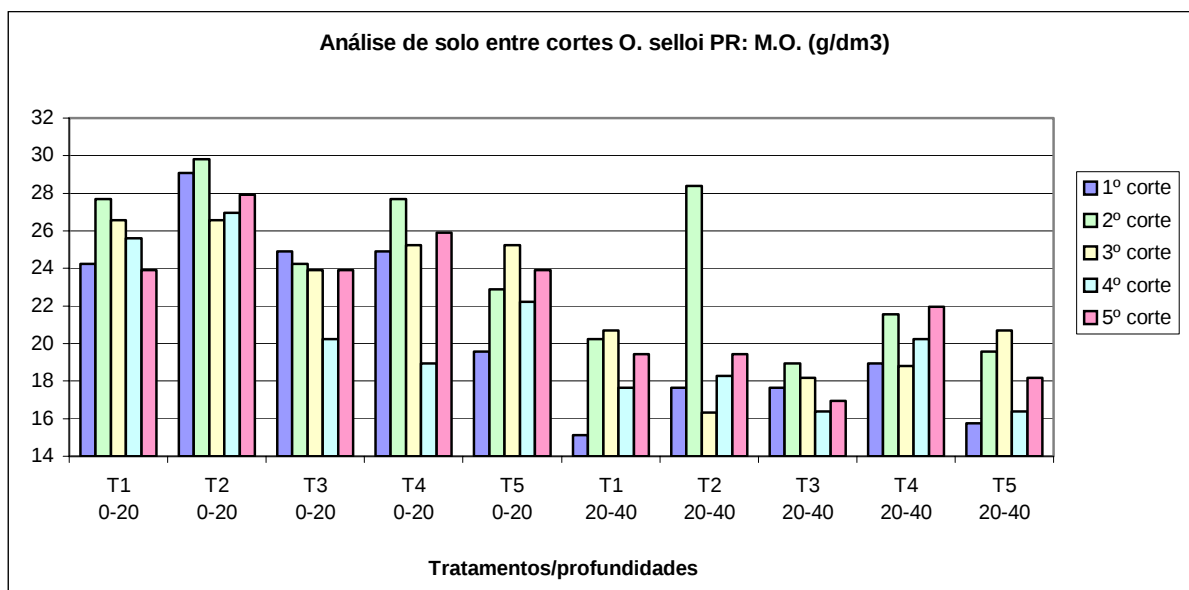


FIGURA 52. Avaliação do teor de matéria orgânica no solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Os teores de micronutrientes no solo (B, Cobre, Fe, Mn e Zn) foram analisados e estão apresentados nas **FIGURAS 53, 54, 55, 56 e 57**.

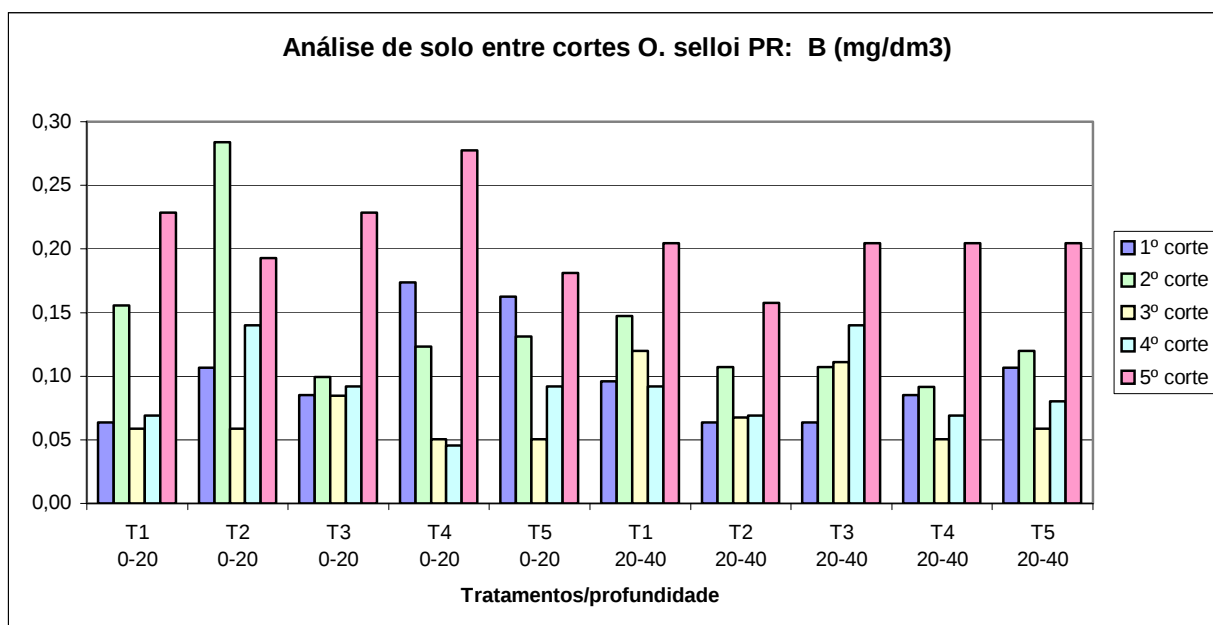


FIGURA 53. Avaliação do teor de Boro no solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

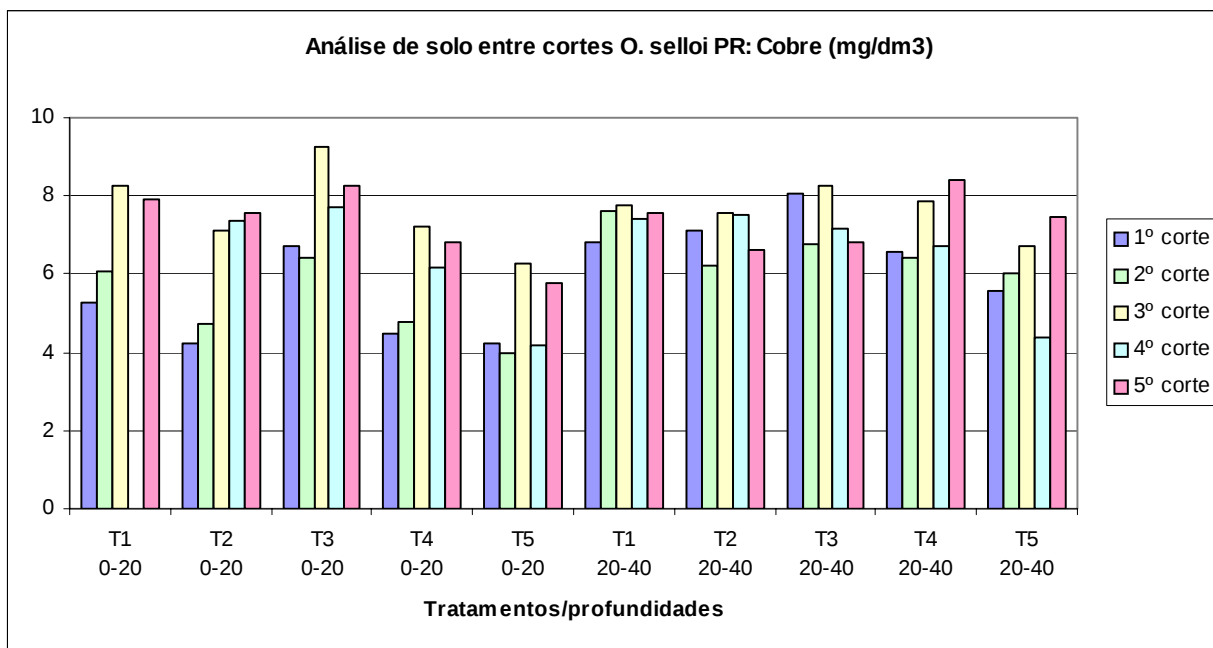


FIGURA 54. Avaliação do teor de cobre no solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

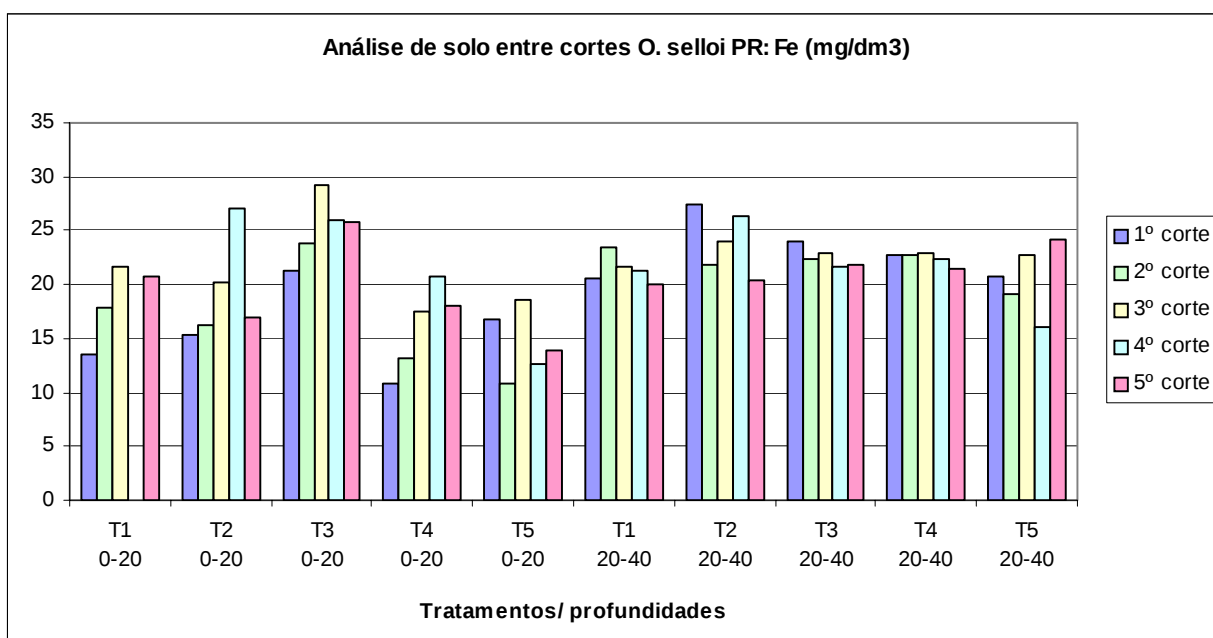


FIGURA 55. Avaliação do teor de ferro no solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

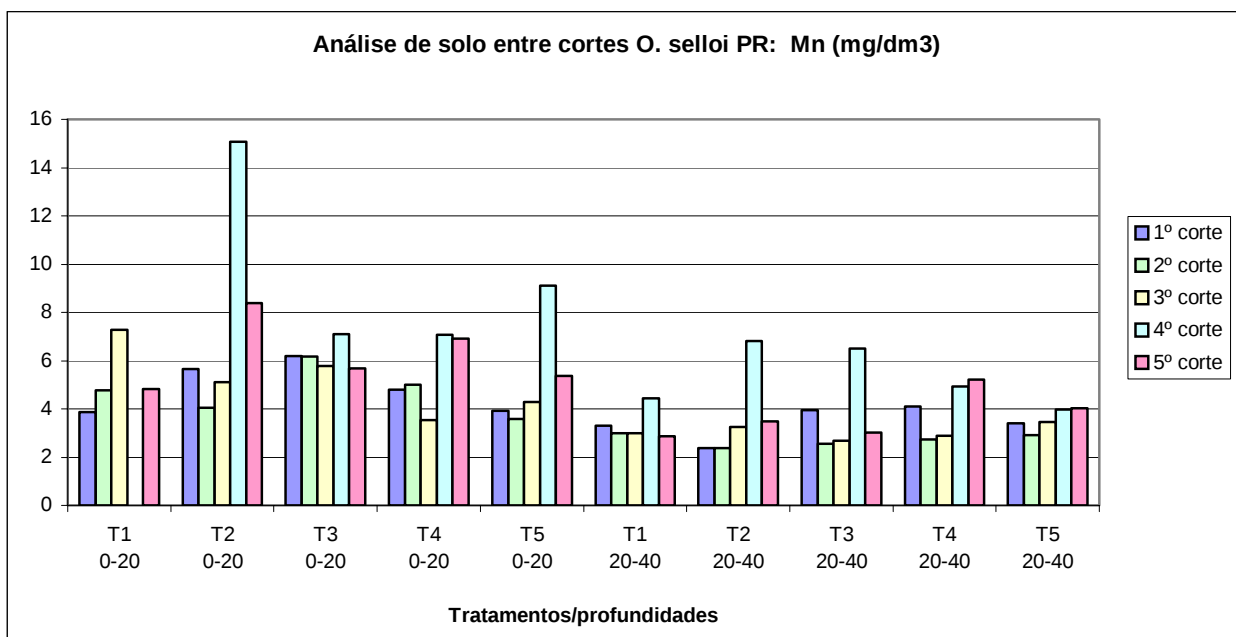


FIGURA 56. Avaliação do teor de manganês no solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

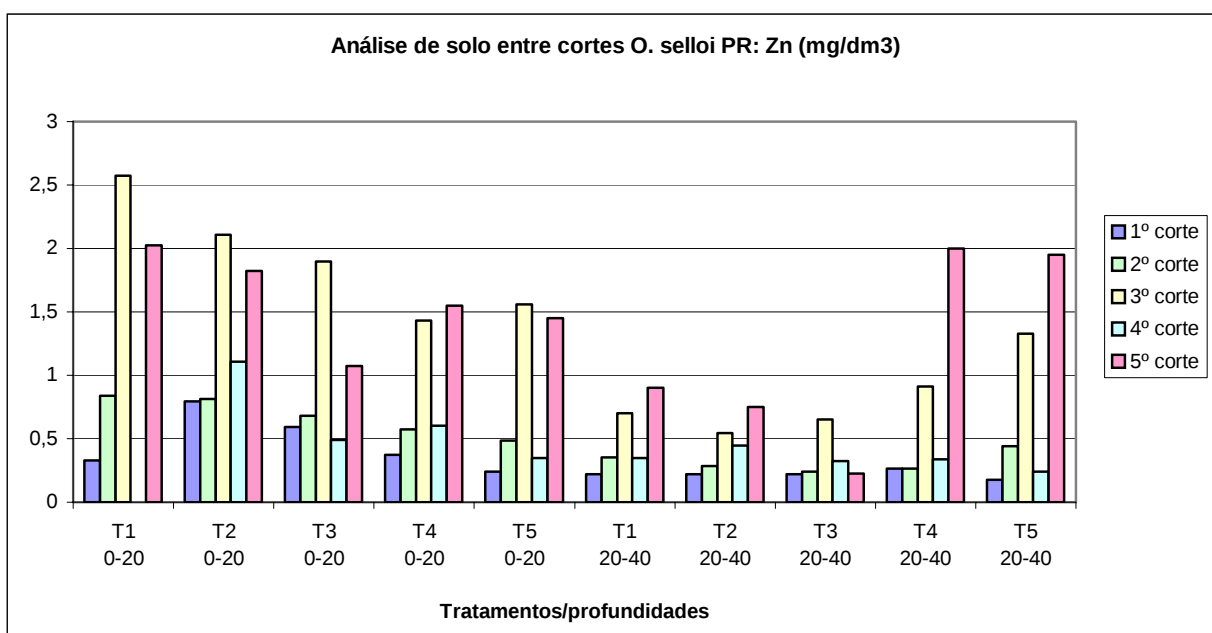


FIGURA 57. Avaliação do teor de zinco no solo após os cinco cortes de *O. selloi* população Paraná, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Apesar do baixo teor de boro no solo ($0-0,2 \text{ g/dm}^3$), as plantas apresentaram boa absorção nas folhas, como demonstra a **FIGURA 53**.

O teor de cobre no solo apresentou-se muito alto ($> 0,8 \text{ g/dm}^3$) em todos os cortes, para todos os tratamentos (**FIGURA 54**). Já o teor de ferro não apresentou alteração de faixa em nenhum dos tratamentos testados nos cinco cortes realizados, em ambas as profundidades coletadas (**FIGURA 55**).

Com relação ao teor de manganês (Mn), os tratamentos T4 e T5 apresentaram teores médios ($1,3 - 5,0 \text{ g/dm}^3$) nos três primeiros cortes, elevando-os a nível alto ($>5,0 \text{ g/dm}^3$) nos dois cortes subsequentes (**FIGURA 56**). O tratamento T1 apresentou níveis médios no primeiro, segundo e quinto cortes e, o tratamento T2, com teor médio apenas no segundo corte. Baseando-se nestes resultados pode-se observar que, o segundo corte apresentou teores médios para todos os tratamentos (exceto o tratamento T3).

Os teores de zinco (**FIGURA 57**) obtidos na camada superficial, demonstram a presença de níveis altos ($> 1,2 \text{ g/dm}^3$) do nutriente no solo para todos os tratamentos, no terceiro e quinto cortes. O primeiro corte apresentou os níveis baixos ($0 - 0,5 \text{ g/dm}^3$) para os tratamentos T1, T4 e T5, assim como o tratamento T5, que apresentou níveis baixos também no segundo e quarto cortes.

6.5.1.1. Quantificação de nutrientes extraídos

Os gráficos a seguir representam os resultados do cálculo da quantidade de nutriente extraída pelas folhas (População Paraná) em cada corte e em cada tratamento, baseando-se na análise foliar realizada e na quantidade de fitomassa seca produzida.

Referindo-se à extração de nitrogênio, notou-se que, entre os tratamentos, o tratamento T1 apresentou a maior concentração do nutriente nas folhas, sendo menor apenas que o tratamento T2 no segundo corte (0,82 g). O tratamento T5 apresentou as menores quantidades extraídas em todos os cortes, dentre todos os tratamentos. Observou-se que, houve um decréscimo da quantidade extraída pelas folhas a cada corte, em todos os tratamentos, elevando-se no quinto corte. Apenas o tratamento T4 apresentou elevação já no quarto corte (**FIGURA 58**). O terceiro e o quarto cortes apresentaram as menores quantidades extraídas, correlacionando-se ao baixo rendimento de folhas e ao baixo teor de N na folha. Isto indica que houve uma redução na capacidade de absorção e utilização do nitrogênio para a produção de folhas, mostrando que esta também é influenciada pela sazonalidade. Outro fato que se pode observar, é que não houve influência da idade da planta na absorção no primeiro corte, pois, apesar de a mesma apresentar apenas seis meses, esta foi capaz de absorver quantidades suficientes de nitrogênio para possibilitar seu desenvolvimento vegetativo. Resultados diferentes foram relatados por Chaves (2002), que afirmou que a espécie *O. gratissimum*, apresentou baixa capacidade de extração de nitrogênio nos sete primeiros meses.

A diferença entre as amplitudes máxima e mínima de nitrogênio, obtidas em todo o período foi de 496 %.

A extração de fósforo (**FIGURA 59**) teve seu pico no segundo corte, sendo a maior quantidade extraída obtida pelo tratamento T2 (0,15 g/planta). O menor resultado foi obtido no terceiro corte, elevando-se novamente nos dois cortes subseqüentes. O tratamento T2 destacou-se dos demais em todos os cortes, apresentando as maiores quantidades extraídas de fósforo em todos os cortes, talvez em função de uma maior disponibilidade do nutriente no solo. Observou-se que o teor de fósforo nas folhas foi maior no segundo e quinto cortes, sendo ainda maior no último. Estes cortes ocorreram em períodos de alta pluviosidade. O primeiro corte não apresentou altos teores de P nas folhas em nenhum tratamento. O R^2 do tratamento T3 não apresentou significância a 5% de probabilidade pelo teste de F.

A absorção de potássio (**FIGURA 60**) apresentou comportamento irregular em todos os tratamentos, não havendo uniformidade nos cortes. O primeiro corte teve as maiores quantidades extraídas, exceto para o tratamento T2, o qual apresentou a maior quantidade no segundo corte. Os menores resultados foram dos tratamentos T1 (0,42) e T4 (0,30) no terceiro corte, T3 (0,53) no quinto corte e T2 (0,54) e T5 (0,16) no quarto corte, sendo este último, o menor dentre todos os cortes. O quarto corte também apresentou o menor teor de potássio nas folhas, indicando uma redução da absorção deste nutriente pelas plantas no período mais frio.

Em se tratando da quantidade de cálcio extraída (**FIGURA 61**), os tratamentos T1 e T3 apresentaram maior extração no primeiro corte, e os tratamentos T2, T4 e T5, no segundo corte. O tratamento T1 superou os demais em todos os cortes, apresentando a maior quantidade de cálcio extraída. Já o tratamento T5, obteve os menores resultados. Não houve relação direta entre o rendimento de folhas e a quantidade extraída, pois, no primeiro

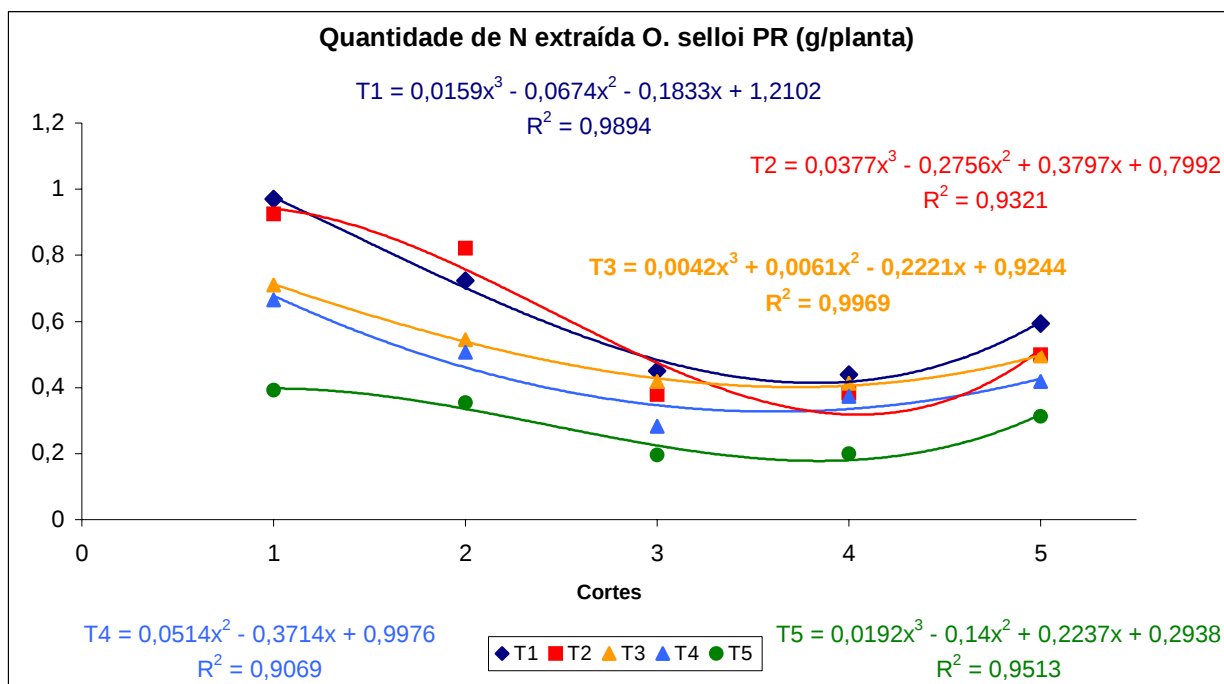


FIGURA 58. Quantidade de nitrogênio extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

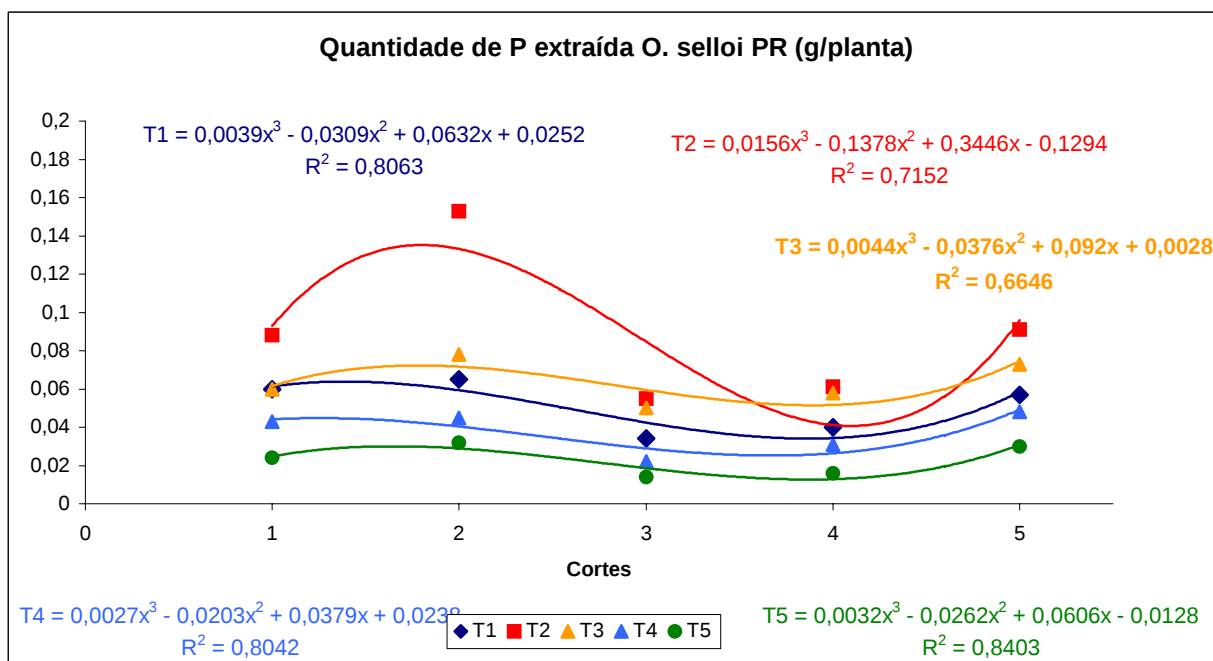


FIGURA 59 Quantidade de fósforo extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

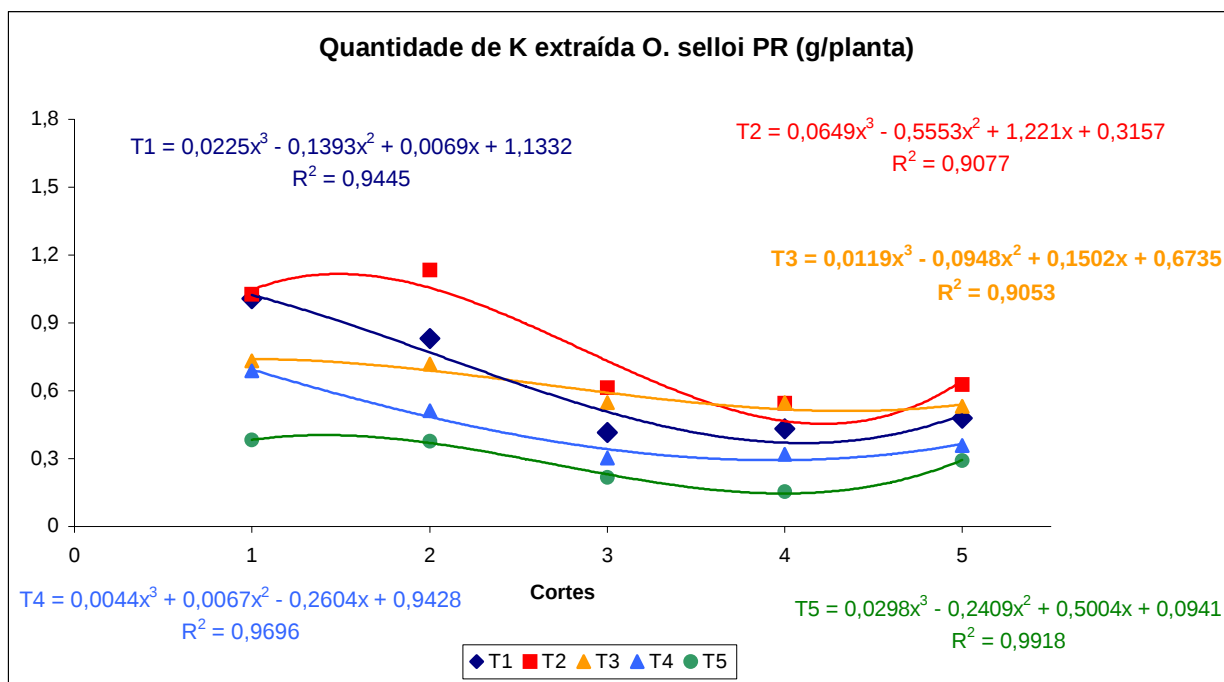


FIGURA 60 Quantidade de potássio extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

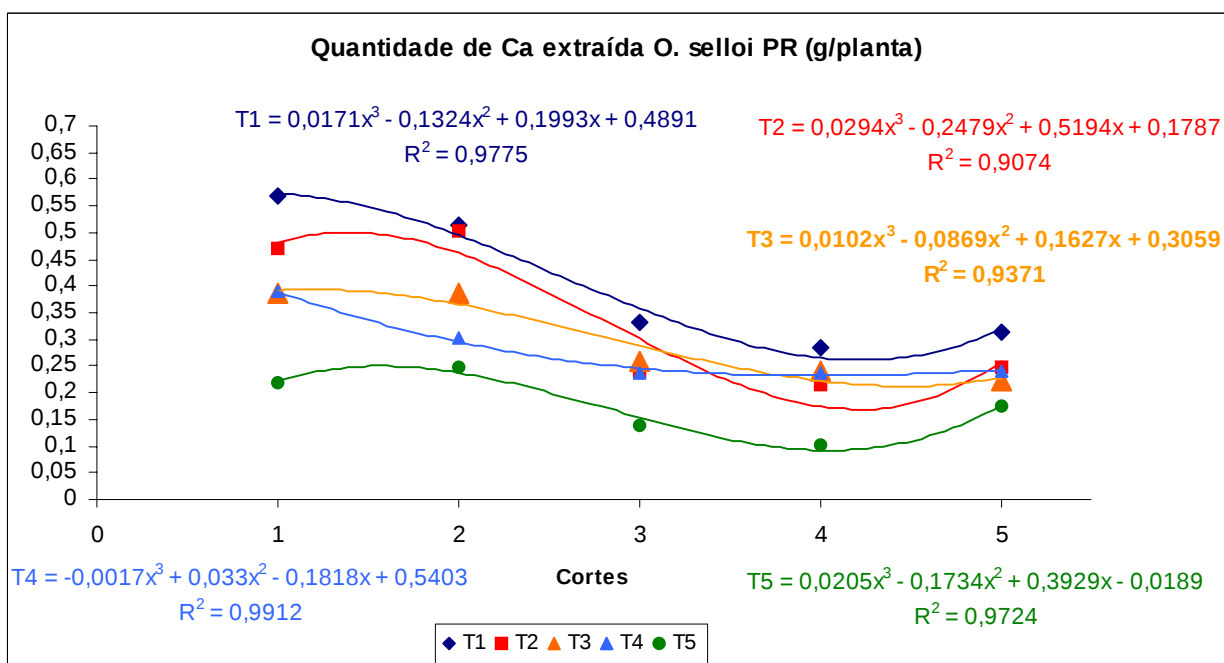


FIGURA 61. Quantidade de cálcio extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

corte, a testemunha (T1) apresentou a menor média de rendimento de folhas e, nos cortes subsequentes, quando não obteve as menores médias, estas superaram apenas as do tratamento T5. Todos os tratamentos apresentaram R^2 significativo a 5 %, pelo teste de F.

O Mg apresentou resultados semelhantes ao Ca, sendo o T1 e o T5, os tratamentos que obtiveram as maiores e menores quantidades extraídas, respectivamente, em todos os cortes (**FIGURA 62**). O tratamento T2 apresentou uma drástica redução na quantidade de Mg do 2º (0,11 g/planta) para o 3º corte (0,54 g/planta), sendo esta redução de 49,9 %. Houve uma redução na quantidade de Mg no 2º e 3º cortes, elevando-se novamente nos dois últimos. O 3º corte apresentou os menores resultados, exceto para o tratamento T4, o que pode estar relacionado ao baixo rendimento de folhas no período, bem como a uma menor taxa de absorção do mesmo, em função das baixas temperaturas e pluviosidade. Outro fator que poderia explicar tal situação é o fato de o corte ter sido realizado em um curto intervalo, o que pode ter acarretado uma redução na absorção deste nutriente (**TABELA 4**). A maior quantidade de Mg foi extraída pelo tratamento T1 no 5º corte (0,13 g/planta) e a menor, pelo tratamento T5 (0,04 g/planta) no 3º corte.

A absorção do enxofre foi incrementada no segundo corte, em relação ao primeiro, reduzindo-se no terceiro e quarto cortes, elevando-se novamente no quinto corte, mantendo, porém, níveis ainda bastante inferiores aos observados nos dois primeiros cortes (**FIGURA 63**). O tratamento T1 apresentou maiores conteúdos de enxofre que demais tratamentos e seguido do tratamento T2 (com exceção do quarto corte), sendo o tratamento T5, o que obteve a menor absorção. Novamente, observam-se menores taxas de absorção no terceiro e quarto cortes.

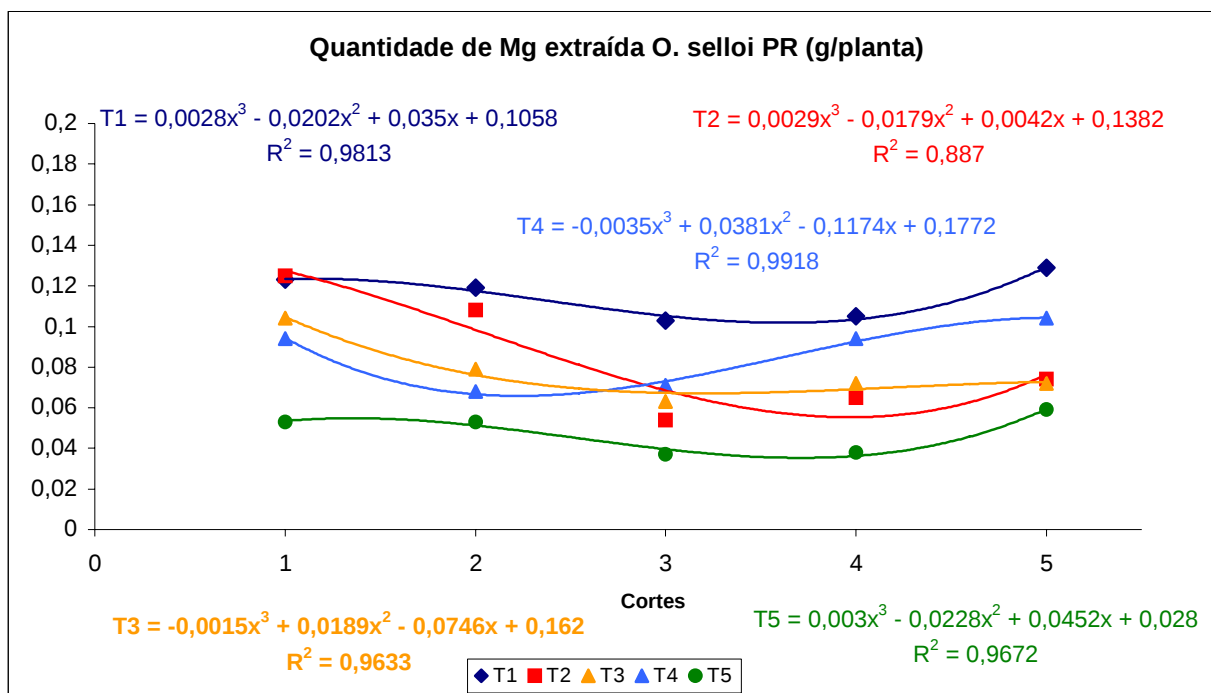


FIGURA 62 Quantidade de magnésio extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetidos a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

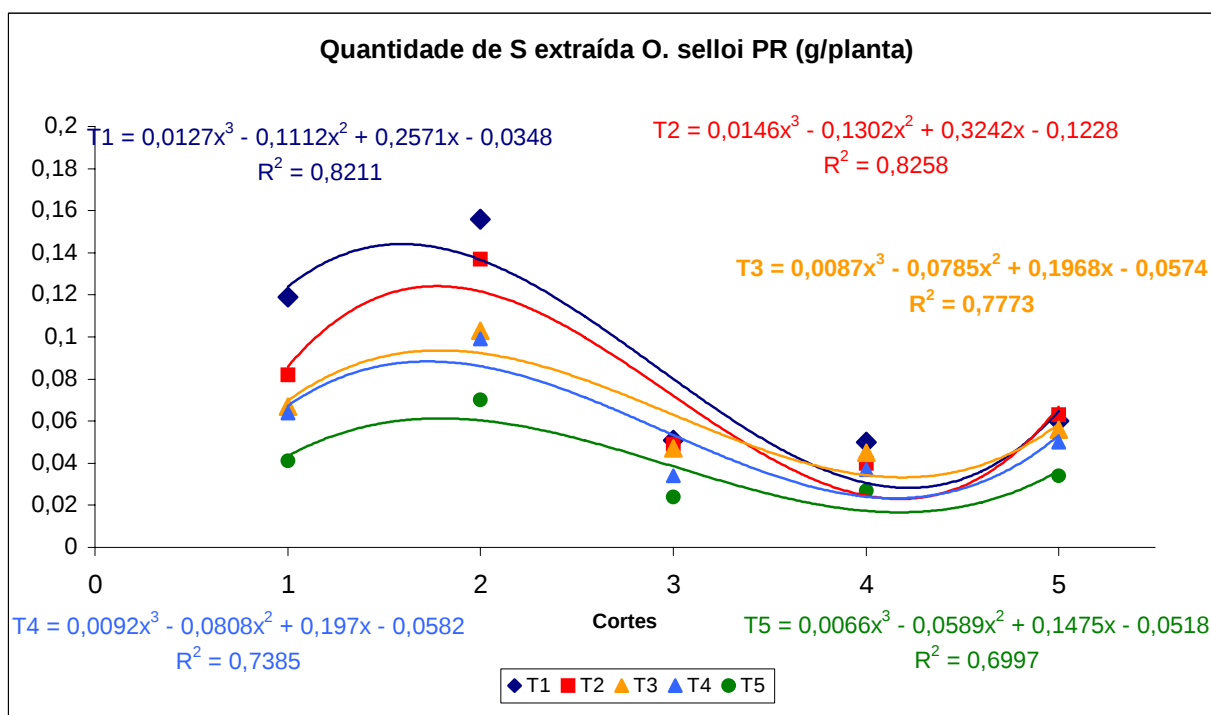


FIGURA 63. Quantidade de enxofre extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

O boro (**FIGURA 64**) apresentou características semelhantes ao enxofre no segundo corte, havendo redução apenas no tratamento T4. A testemunha também apresentou a maior extração do nutriente, e o tratamento T5, a menor, exceto no quarto corte, quando esta foi apresentada pelo tratamento T4. O terceiro corte, também para este nutriente, apresentou as menores taxas de absorção, sendo a menor quantidade extraída do nutriente, a expressada pelo tratamento T5 neste corte (0,25 g/planta). Os tratamentos T1 e T5, não apresentaram R^2 significativo (0,6468 e 0,1102 respectivamente).

A quantidade extraída de cobre (**FIGURA 65**) teve reduções progressivas do primeiro ao quarto corte, tornando a aumentar no quinto corte (exceto para o tratamento T5), mantendo valores bem menores que os obtidos no primeiro corte. Este nutriente também apresentou a maior taxa de absorção com o tratamento T1 nos cortes 1, 2, 3 e 5, destacando-se o primeiro corte (1,14 g/planta) e a menor, com o tratamento T5 nos mesmos cortes supracitados, destacando-se o resultado do terceiro corte (0,18 g/planta). De acordo com a análise de regressão realizada, o tratamento T5 não apresentou R^2 significativo a 5% pelo teste de F ($R^2 = 0,5311$).

A extração de ferro (**FIGURA 66**) apresentou comportamento irregular entre os cortes e os tratamentos, sendo o tratamento T1 o que mais se destacara dos demais, com a maior taxa de absorção em todos os cortes, principalmente, no primeiro corte (97,1 g/planta). O menor resultado foi atribuído ao tratamento T2 no quinto corte (11,08 g/planta). A redução da taxa de absorção da máxima para a mínima foi de 88,6 %. O tratamento T5, no quarto corte, apresentou valores absurdos, podendo ser indício de contaminação da amostra, não sendo este então considerado no gráfico. Estes valores relativamente altos podem ter ocorrido em função de as folhas não terem sido previamente lavadas para a realização das análises.

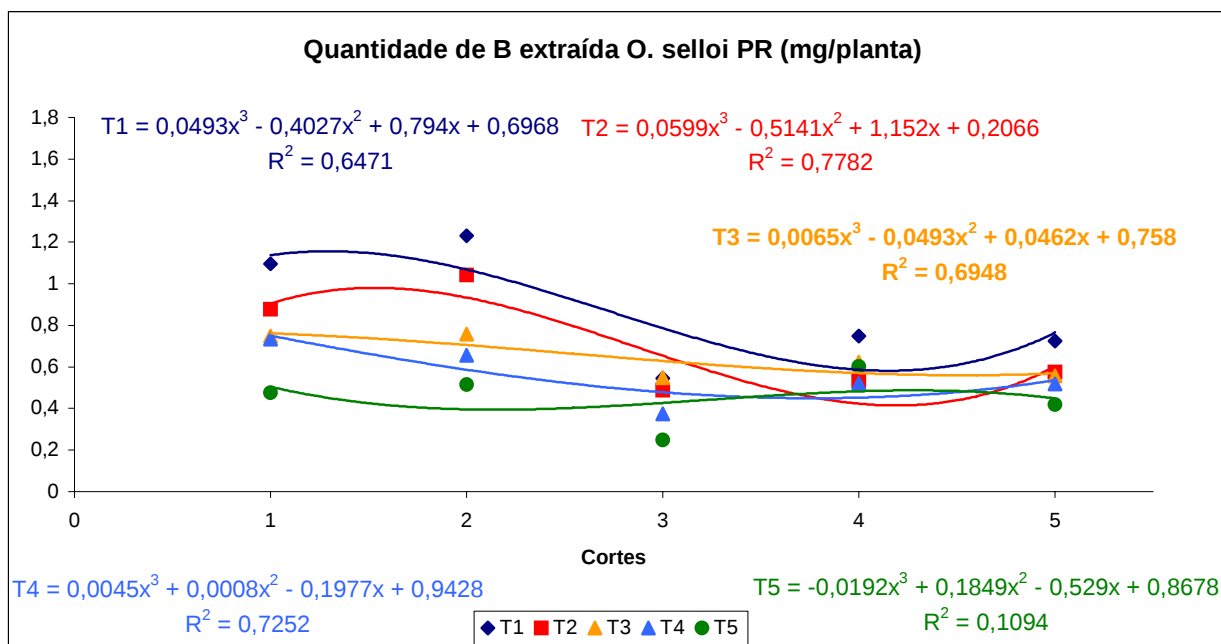


FIGURA 64. Quantidade de boro extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

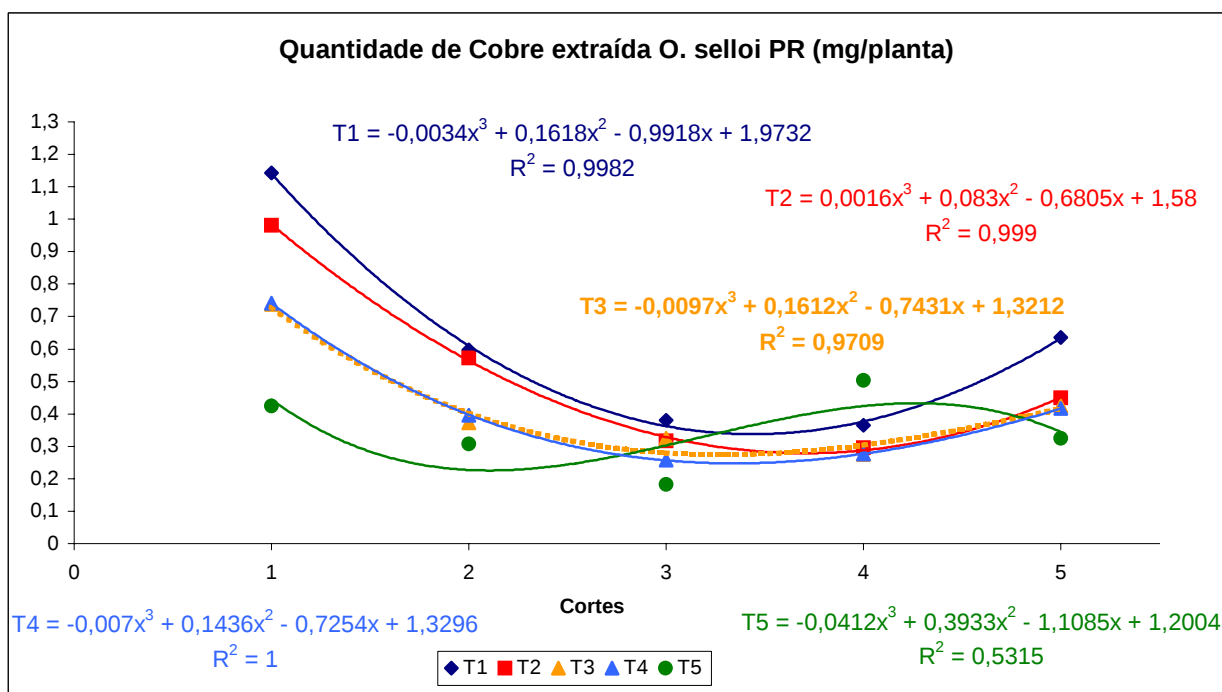


FIGURA 65. Quantidade de cobre extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

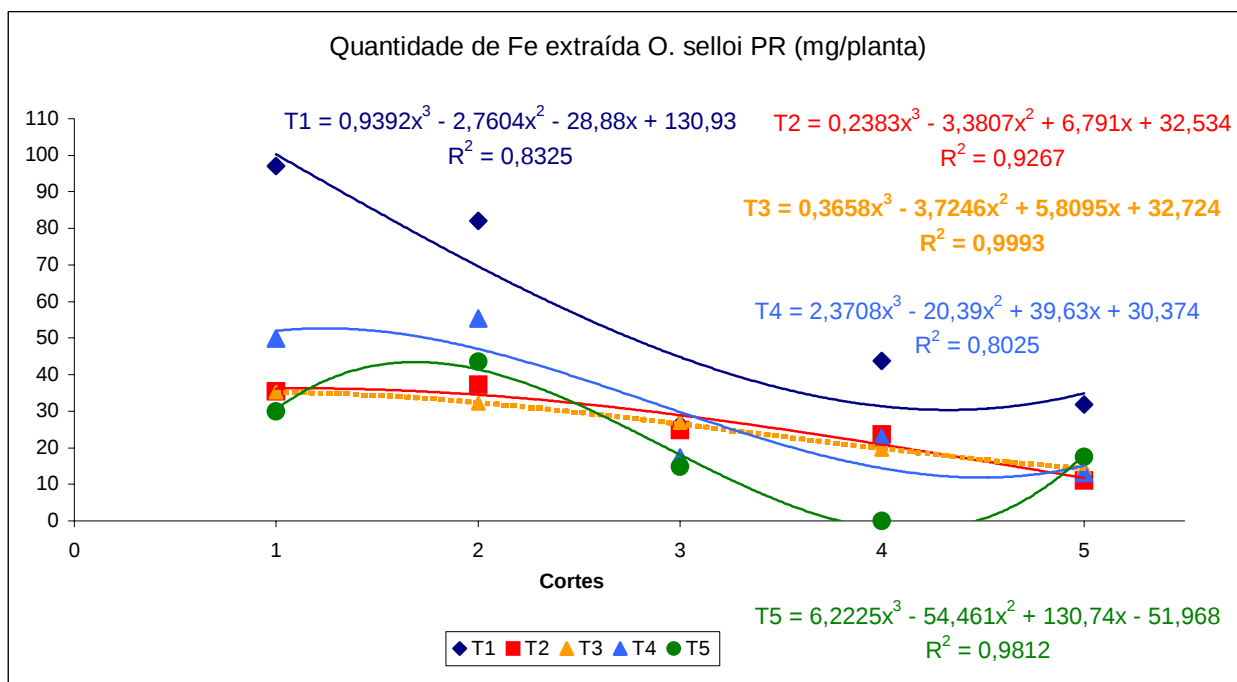


FIGURA 66. Quantidade de ferro extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Em relação à quantidade de manganês extraída (**FIGURA 67**), observou-se uma redução progressiva até o quinto corte, apresentando este os menores resultados. Apenas o tratamento T5 no quarto corte apresentou elevação na absorção de manganês, sendo o seu teor de 120 mg/kg, e a quantidade extraída, 1,39 g/planta, o que representa um incremento de 247,1 % do terceiro para o quarto corte, seguido de brusca redução (69,2%) no quinto corte, representando estes, os valores máximo e mínimo obtidos, respectivamente. O teor de nutriente do tratamento T1 em todos os cortes foi superior aos demais tratamentos.

Observou-se que, para o zinco (**FIGURA 68**), a quantidade extraída foi reduzindo-se até o quarto corte, tornando a elevar-se no quinto corte, sendo ainda os valores obtidos por ocasião do primeiro corte, superiores ao último. Apenas o tratamento T5

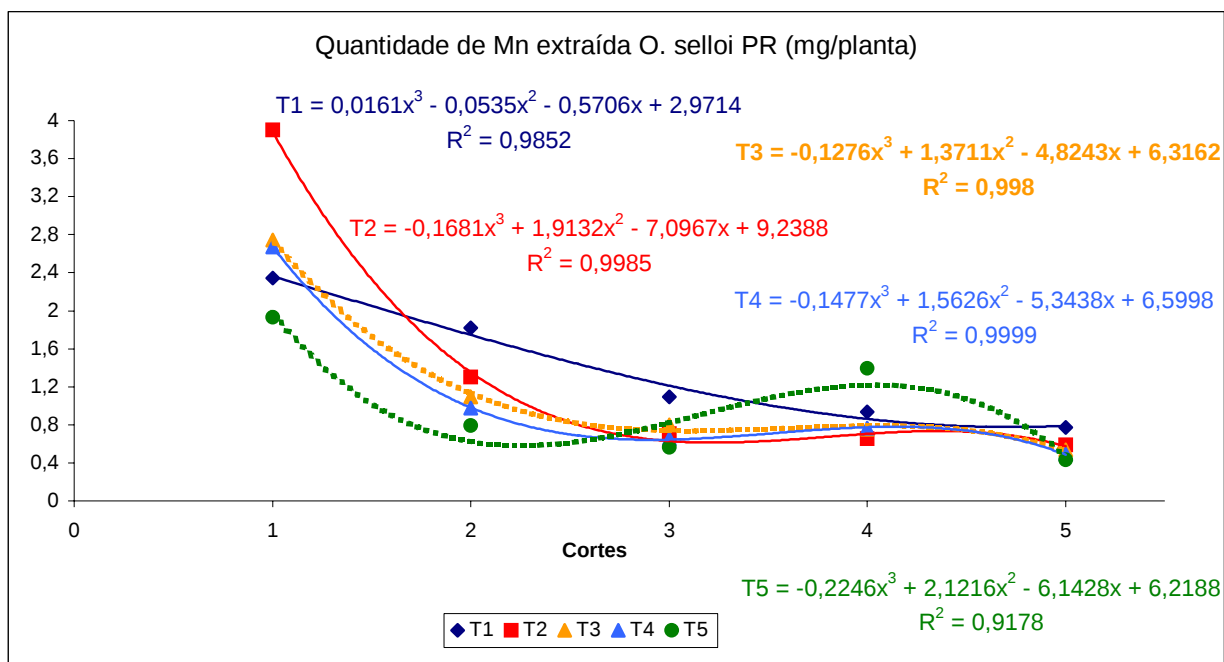


FIGURA 67. Quantidade de manganês extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

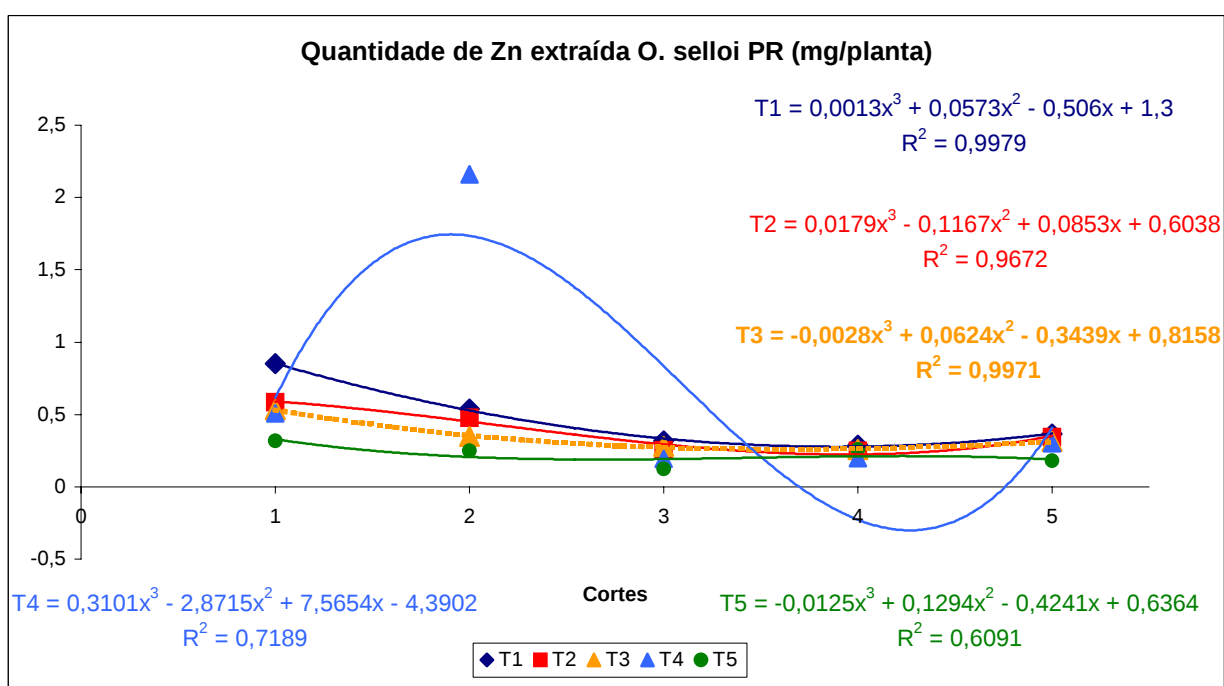


FIGURA 68 Quantidade de manganês extraída nas folhas de *O. selloi* população Paraná, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

apresentou comportamento inverso nos dois últimos cortes, pois, obteve incremento na extração no quarto corte, seguido de redução no quinto corte. O menor valor de absorção foi obtido pelo tratamento T5 no terceiro corte (0,13 g/planta) e, o maior, pelo T4 no segundo corte (2,16 g/planta). A esta grande quantidade de zinco extraída pelo tratamento T4 no segundo corte, atribui-se um alto teor da substância (120 mg/ kg). O tratamento T1, com exceção do segundo corte, obteve a maior quantidade extraída de zinco. O R^2 do tratamento T5 não apresentou-se significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F ($R^2 = 0,6071$).

A bibliografia consultada não registra dados sobre os teores e quantidade de nutrientes extraída para esta espécie, o que dificulta a realização de comparações. Os resultados acima descritos demonstram que os nutrientes extraídos, em média, em ordem decrescente de quantidade são: nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, fósforo, ferro, manganês, boro, cobre e zinco, pela espécie *O. selloi* oriunda da população Paraná. Pode-se observar que, em alguns casos, ocorre influência direta dos fatores ambientais, como pluviosidade, luz, temperatura na absorção dos nutrientes disponíveis no solo pela planta.

6.5.2. População São Paulo.

Todos os valores a seguir serão comparados por classes de teores, segundo Raij et al. (1995), semelhante ao adotado para a população Paraná.

Na **FIGURA 69**, observa-se de maneira geral que não houve variação de faixas do pH em função dos tratamentos. Isto permite inferir que as adubações orgânicas e minerais realizadas não promoveram alterações significativas do pH do solo. Em exceção, o T5 em sua primeira coleta apresentou um resultado discrepante em relação às amostragens efetuadas aos demais cortes, provavelmente por contaminação de amostra, pois não se repetiu nem mesmo na segunda amostragem.

Pode-se observar, correlacionando os resultados de rendimento de fitomassa no primeiro corte de ambas as populações, que, não houve influência negativa da acidez do solo, pois o rendimento de caules e folhas da população São Paulo, foi superior ao rendimento obtido pela população Paraná no mesmo período. Estes resultados diferem dos obtidos por Laughlin (1993), quando relatou que a faixa de pH no solo entre 5,0 e 8,2 acarretou redução na produção de folhas quando o pH era inferior a 5,5 e superior a 7,5.

O teor de fósforo (P) apresentou-se baixo ($6 - 12 \text{ mg/dm}^3$) na camada superficial apenas nos tratamentos orgânicos T2 e T3, no 1º e 3º cortes, havendo redução brusca no 2º e 4º cortes, resultando em alteração de faixa (de baixo para muito baixo). No 5º corte, os tratamentos T1 e T2 apresentaram baixos teores de P no solo (8 e 7 mg/dm^3 respectivamente). Os demais tratamentos, nos cortes realizados, apresentaram níveis muito baixos de P no solo, variando de 1 a 3 mg/dm^3 . Na camada sub-superficial (20-40 cm), todos os tratamentos apresentaram níveis de P muito baixo em todos os cortes (**FIGURA 70**).

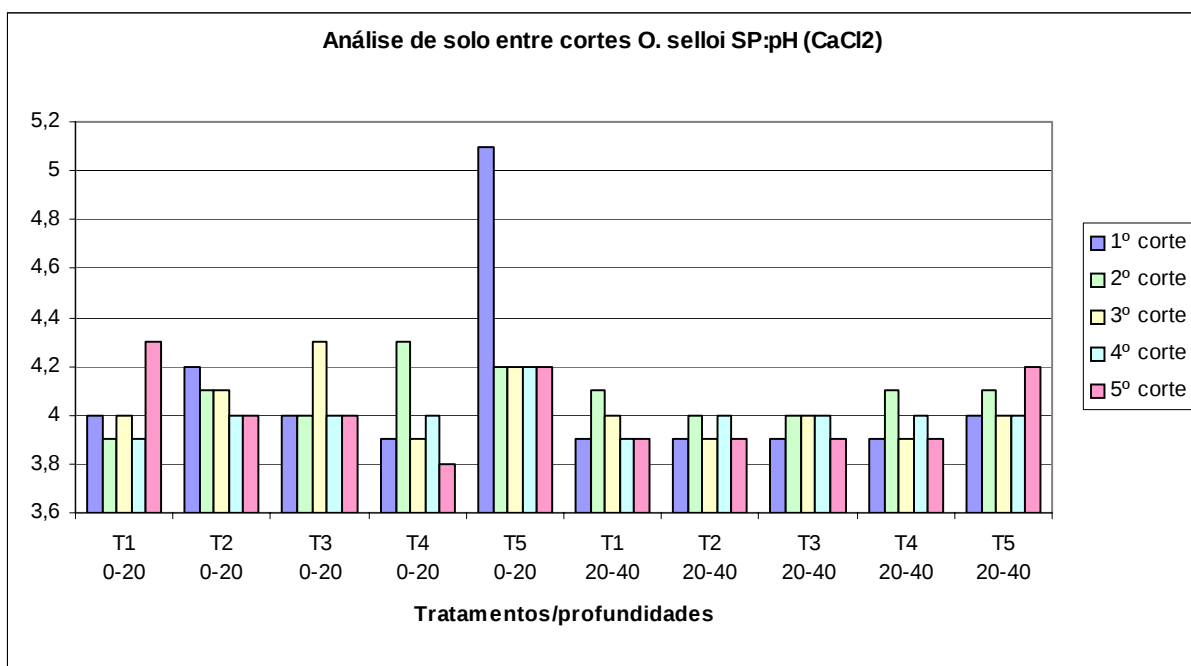


FIGURA 69. Avaliação dos níveis de pH do solo após cada corte de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

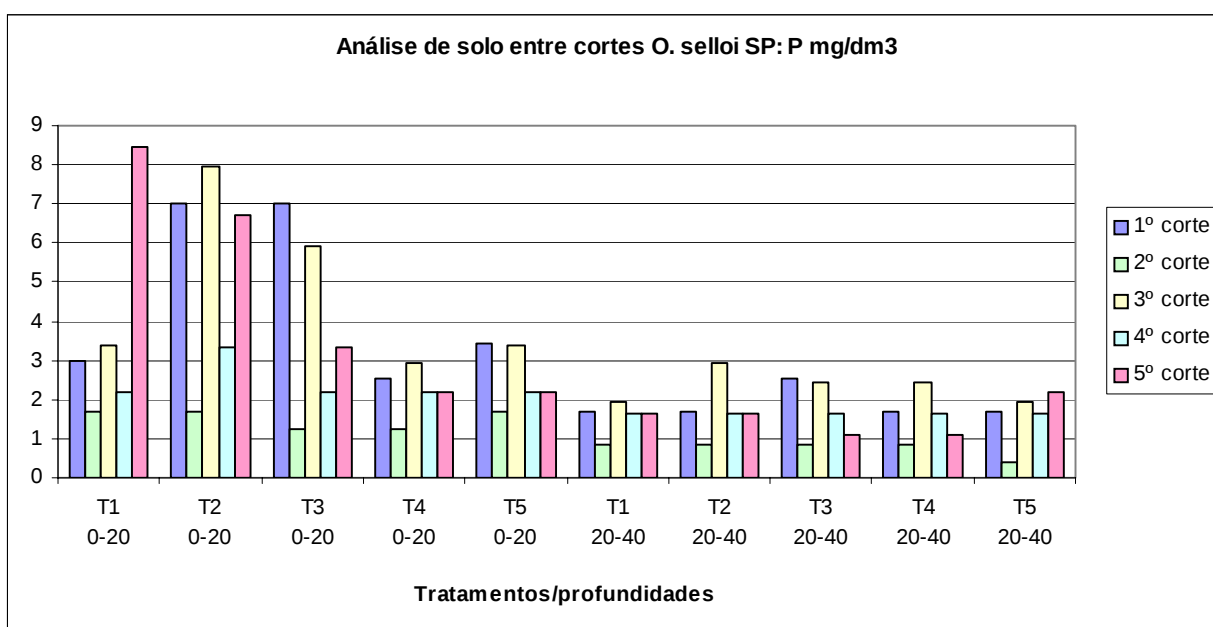


FIGURA 70. Avaliação dos níveis de fósforo do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Com relação ao nível de potássio no solo, os melhores resultados foram apresentados pelos tratamentos T1 no quinto corte e T2 (exceto no quarto corte). O tratamento T3 apresentou alteração de faixas em todos os cortes, oscilando entre níveis médio (primeiro, terceiro e quinto cortes) e baixo (segundo e quarto cortes). Em uma visão geral, o primeiro corte obteve os melhores resultados e, o quarto, os menos favoráveis, destacando-se, dentre os tratamentos, o tratamento T2 (**FIGURA 71**). A explicação para este resultado encontra-se no fato de que os tratamentos orgânicos (T2 e T3) forneceram uma concentração maior de potássio quando comparados aos tratamentos minerais (T4 e T5) e a testemunha (T1), como foi mostrado na **TABELA 2**.

A importância do potássio nas plantas medicinais foi descrita por Hornok (1983), quando este avaliou a influência da nutrição mineral no rendimento e composição do óleo essencial de *Ocimum basilicum* (manjerição) e *Mentha piperita* L. (menta). Os estudos demonstraram que houve incremento nos teores de mentol (em menta), linalol e estragol (no manjerição), à medida que os níveis de potássio foram elevados.

O nível de cálcio apresentou-se alto (> 7), segundo Raij et al. (1995) em ambas as camadas do solo, em todos os cortes, para todos os tratamentos, destacando-se o tratamento T5 no primeiro corte, com $36 \text{ mmol}_c/\text{dm}^3$ (**FIGURA 72**). Mesmo não sendo realizada a calagem na área da população São Paulo, não houve prejuízo no teor de cálcio no solo, porém, comparando-se ao nível de cálcio do solo no qual fora instalado a população Paraná, percebe-se que há uma grande diferença, beneficiando-se a segunda população. Este fato pode explicar a redução da produção de inflorescências pela população São Paulo, já que a função deste nutriente está diretamente relacionada à fecundação das plantas (MALAVOLTA, 1979; CORRÊA JR. et al., 1994).

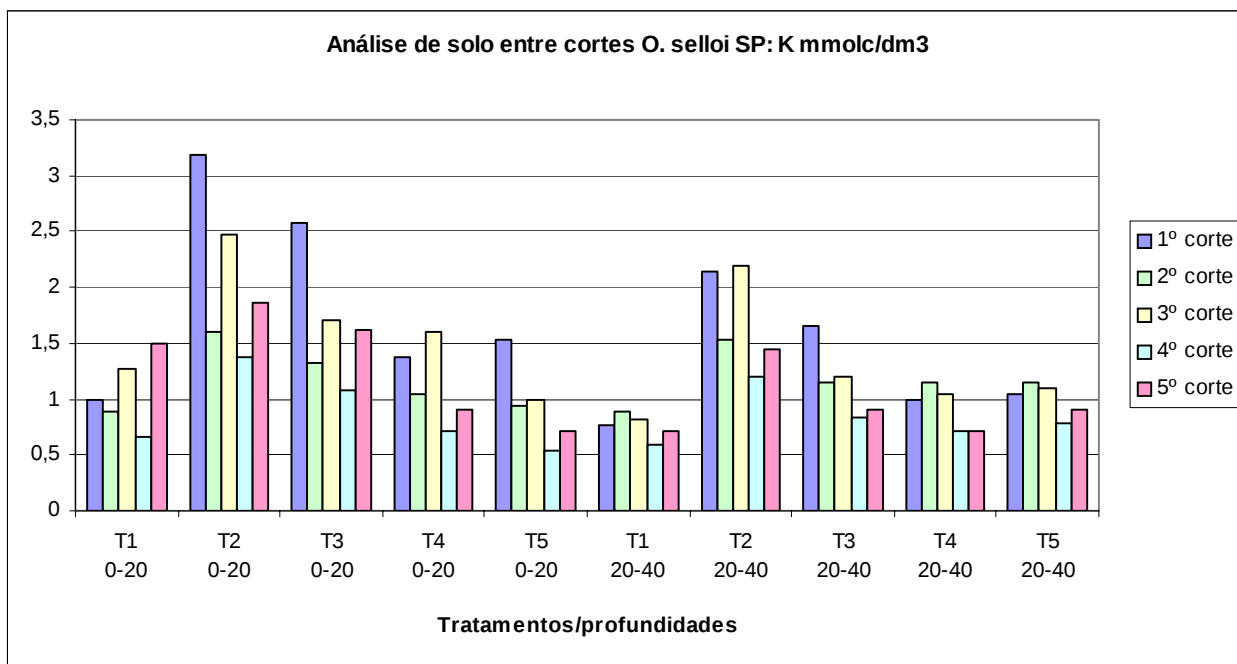


FIGURA 71. Avaliação dos níveis de potássio do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

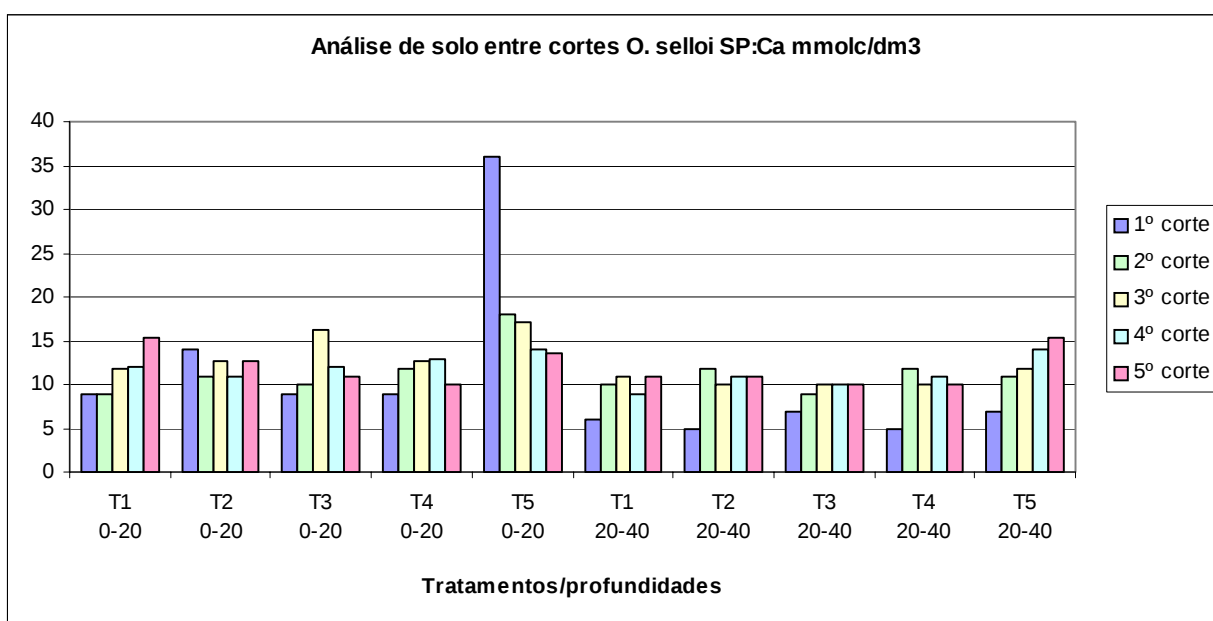


FIGURA 72. Avaliação dos níveis de cálcio do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Observando-se o teor de magnésio no solo (**FIGURA 73**), pode-se notar que o terceiro e quarto cortes apresentaram os melhores e piores resultados, respectivamente; exceção à amostragem no primeiro corte do T5. O magnésio apresenta grande importância no desenvolvimento das plantas medicinais. De acordo com Corrêa Jr. et al. (1994), a deficiência deste nutriente pode causar uma sensível diminuição na formação de princípios ativos de um modo geral, devido à diminuição da clorofila e, conseqüentemente, da taxa de fotossíntese.

Avaliando-se o V% (**FIGURA 74**), notou-se que a camada superficial do solo apresentou, na maioria das parcelas em todos os cortes, níveis muito baixos (0 – 25%). Nos tratamentos orgânicos T2 e T3, o V% apresentou-se alto no primeiro e no quarto cortes (71 – 90%). No tratamento T4, a elevação ocorrera no segundo e quarto cortes. Já o tratamento T5, obteve nível médio (51 – 70%) do V% no primeiro corte (59 %), reduzindo-se a nível muito baixo nos dois últimos cortes. Avaliando-se separadamente os cortes e os tratamentos, pode-se perceber que no quarto corte, o tratamento T1 apresentou o resultado menos favoráveis quanto ao V%.

O teor de matéria orgânica encontrado em ambas as camadas do solo (**FIGURA 75**), estão de acordo com o indicado na literatura para este tipo de solo (entre 16 e 30 g/dm³).

Com relação ao boro no solo, tem-se na **FIGURA 76**, os valores obtidos em função dos tratamentos avaliados. Obteve-se, no primeiro corte, baixo teor (0 a 0,2 mg/dm³) para todos os tratamentos. No segundo corte, apenas o tratamento T5 obteve baixo teor, apresentando os demais tratamentos níveis médios (0,21 a 0,60). No terceiro corte, os tratamentos T1 e T4 elevaram seu teor (> 0,6), enquanto que o T3 e o T5 reduziram para nível

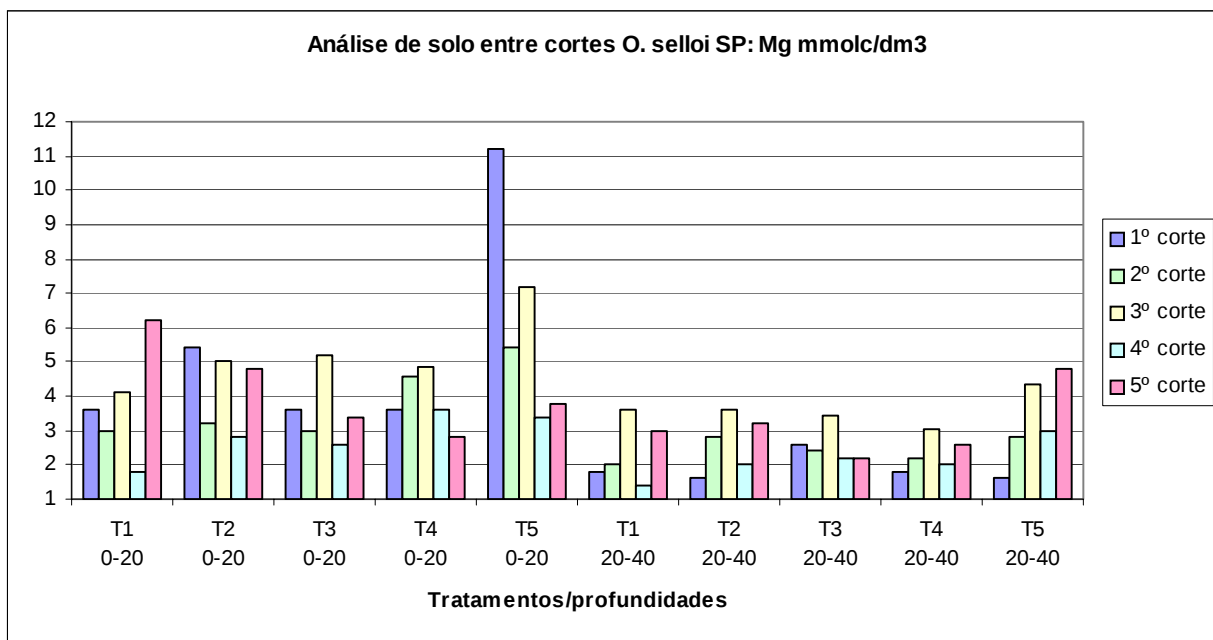


FIGURA 73. Avaliação dos níveis de magnésio do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

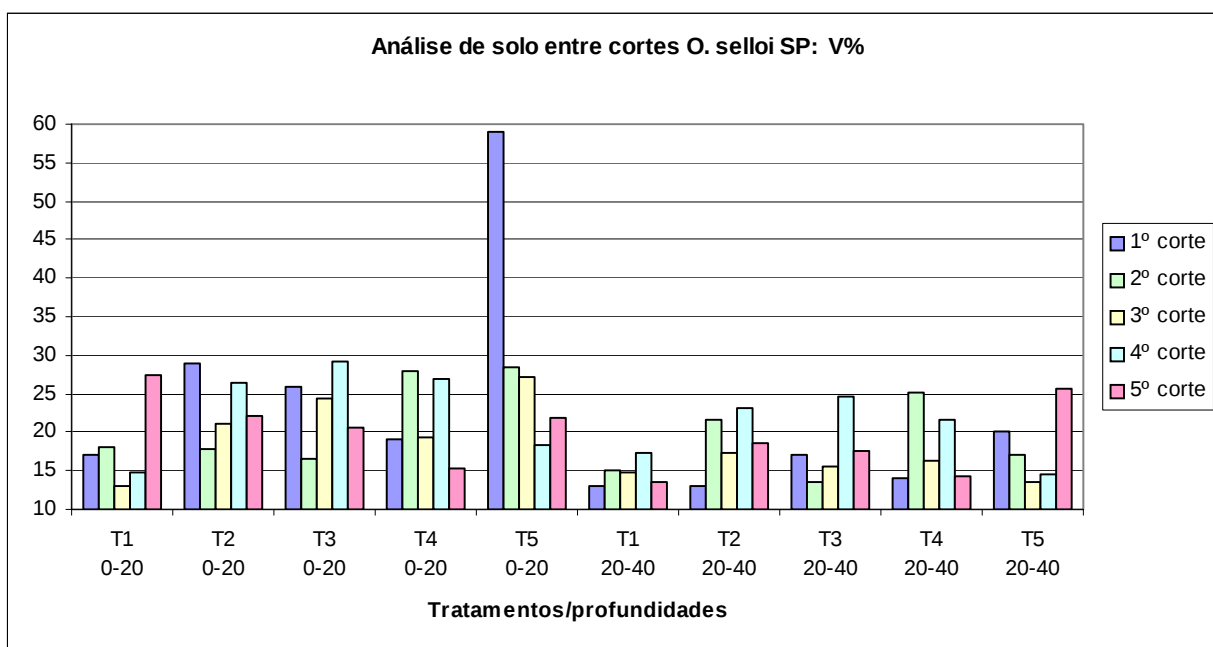


FIGURA 74. Avaliação dos níveis de V% do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

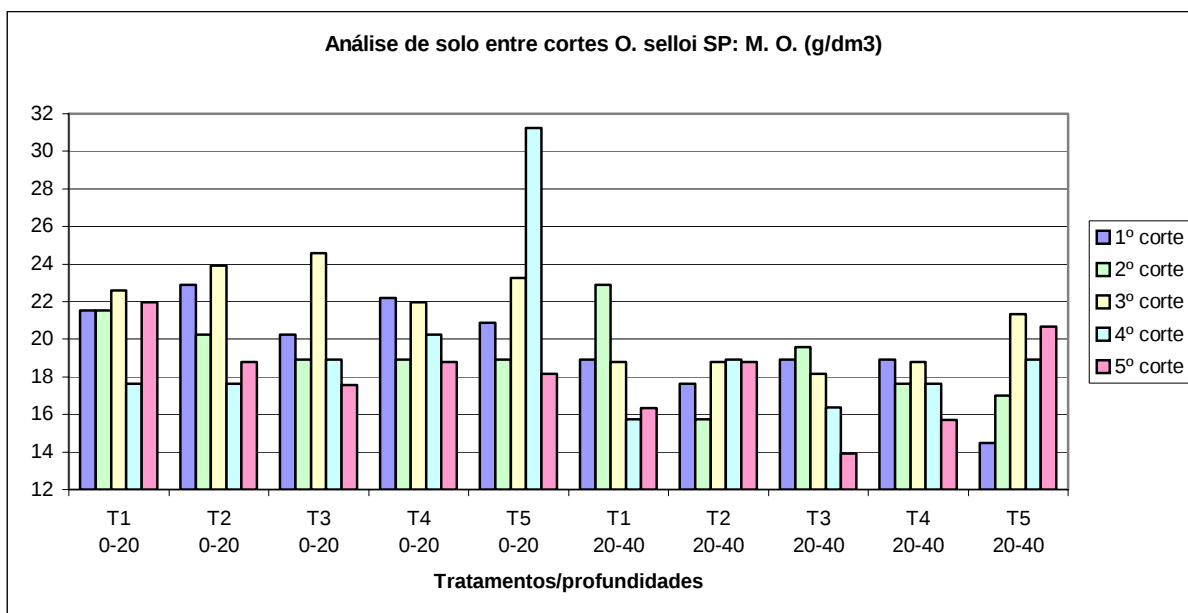


FIGURA 75. Avaliação dos níveis de matéria orgânica do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

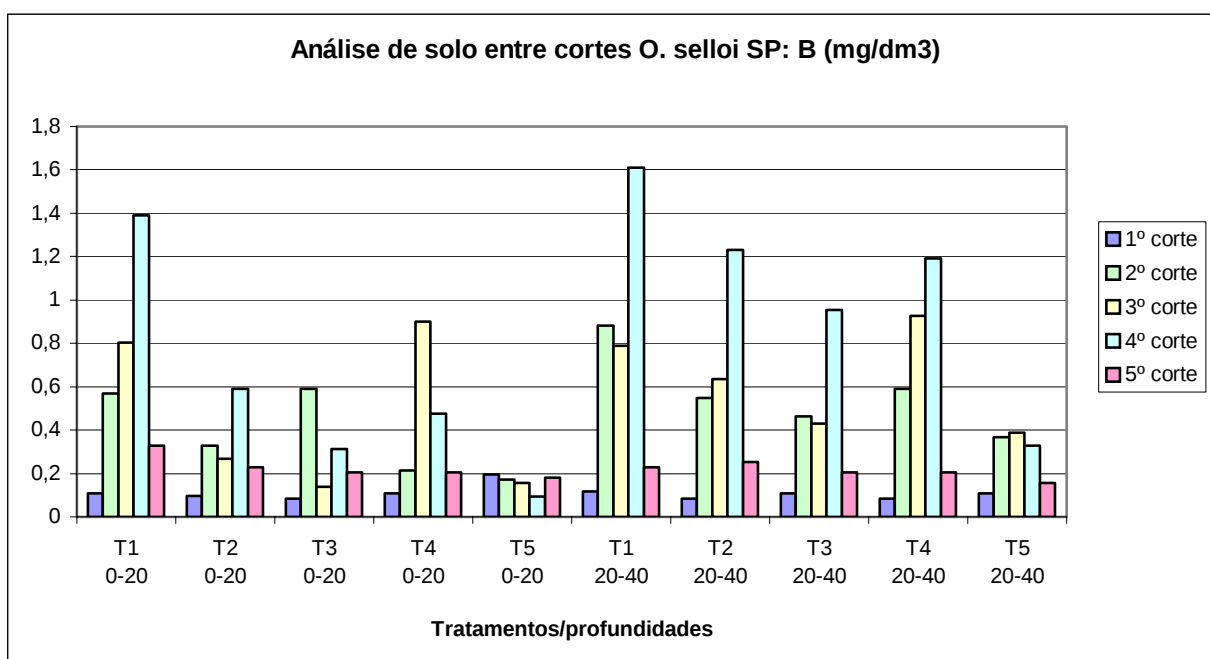


FIGURA 76. Avaliação dos níveis de boro do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

médio. No quarto corte, os tratamentos T1 e T5 apresentaram teores alto e baixo respectivamente, apresentando os demais tratamentos, níveis médios de boro. No quinto corte, os tratamentos T1 e T5 apresentaram, respectivamente, os melhores e piores resultados. O teor de boro na profundidade de 20-40 cm foi maior que na camada superficial, no 2º, 3º e 4º cortes, apresentando o 4º corte, teor alto para os tratamentos T1 a T4. Isso pode ser explicado em função da baixa adsorção de boro em solo ácido (DANTAS, 1991).

O teor de cobre de ambas as camadas foi altíssimo, pois, para culturas perenes, considera-se nível alto quando este se encontra acima de $0,8 \text{ mg/dm}^3$. O menor teor encontrado nesta população foi $6,2 \text{ mg/dm}^3$, sendo este bem acima do esperado (**FIGURA 77**).

Fato semelhante ocorreu com o ferro (**FIGURA 78**), quando este também apresentou níveis muito altos em ambas as camadas, para todos os cortes e tratamentos.

O teor de Mn foi alto ($> 5,0$) na camada superficial do solo, exceto no tratamento T5, com teor médio no 1º e 2º cortes, bem como o tratamento T4, no 2º corte (**FIGURA 79**). O menor teor foi conferido ao tratamento T5 no 2º corte ($3,1 \text{ mg/dm}^3$) e o maior, conferido ao tratamento T1 no 5º corte ($29,7 \text{ mg/dm}^3$). Na camada de 20-40 havia, no geral, níveis médios de manganês.

Com relação ao teor de zinco (**FIGURA 80**) na camada superficial do solo, o 2º e o 4º cortes apresentaram baixos níveis do nutriente, bem como os tratamentos minerais T4 e T5 no 1º corte. Os tratamentos T1, T2 e T3 alcançaram níveis médios no 1º corte, bem como os tratamentos T1 e T4 no 3º corte e todos os tratamentos no 3º corte. Apenas os tratamentos T2, T3 e T5 obtiveram altos teores de zinco no 3º corte.

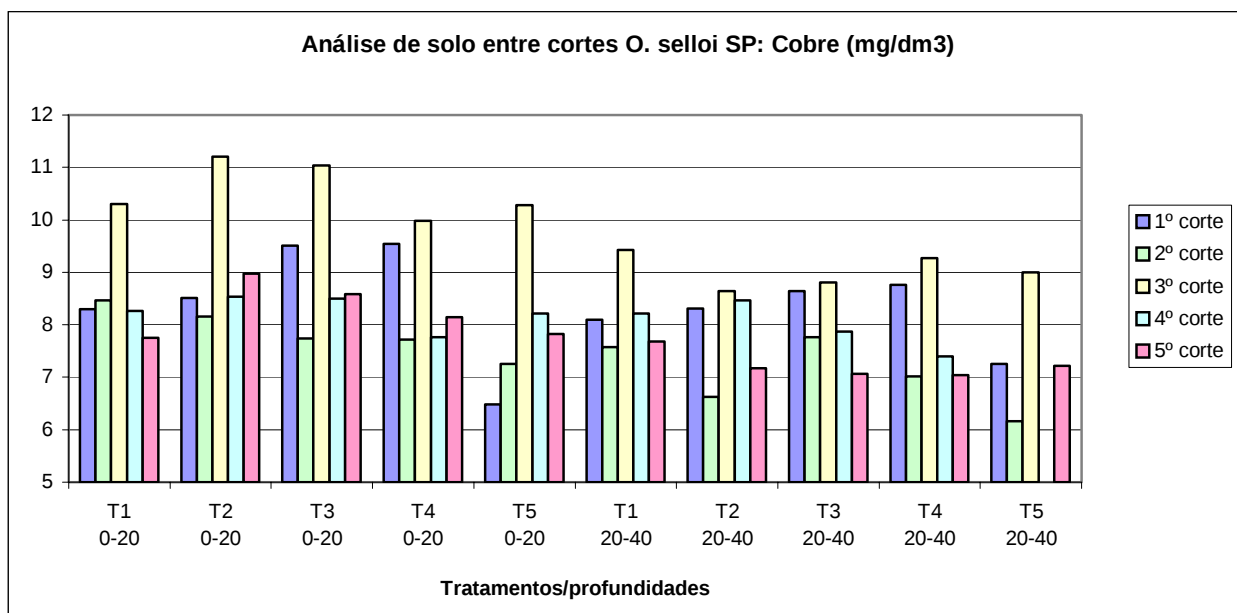


FIGURA 77. Avaliação dos níveis de cobre do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

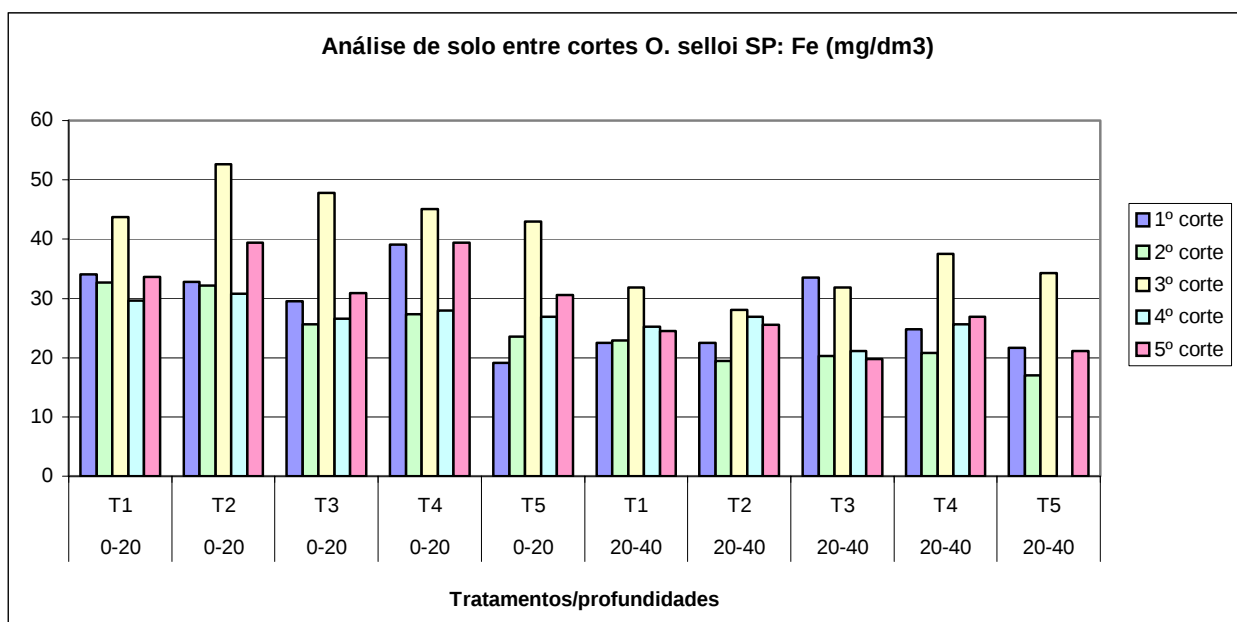


FIGURA 78. Avaliação dos níveis de ferro do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

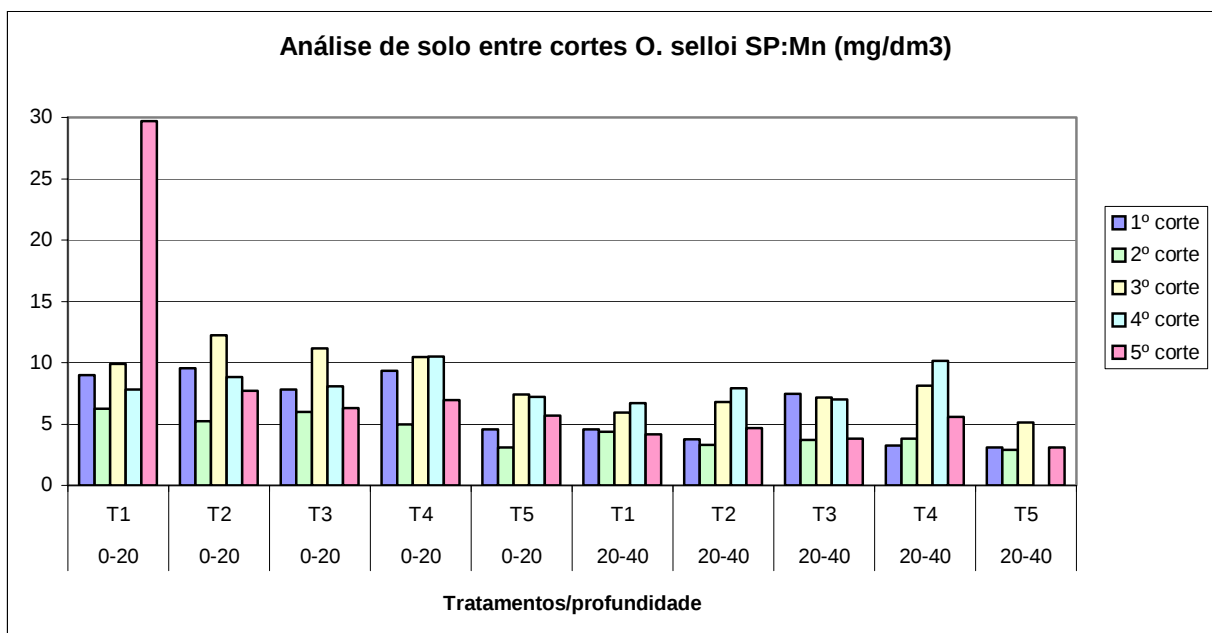


FIGURA 79. Avaliação dos níveis de Mn do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

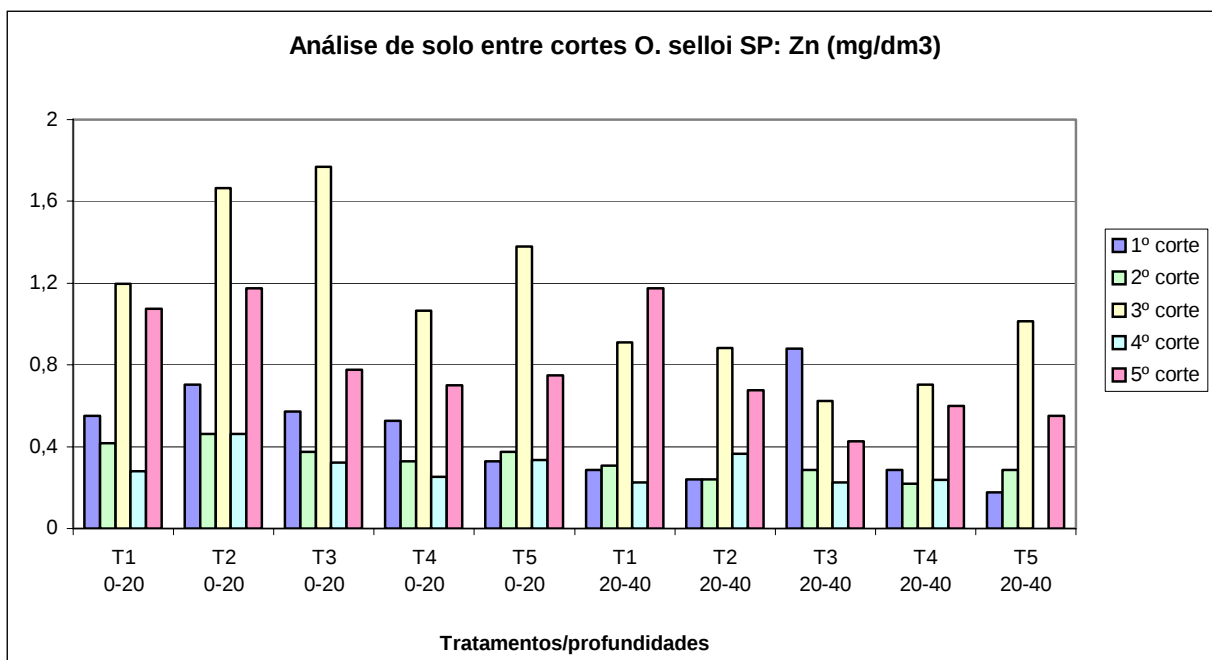


FIGURA 80 Avaliação dos níveis de zinco do solo após os cinco cortes de *O. selloi* população São Paulo, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

6.5.2.1. Quantificação de nutrientes extraídos

Assim como realizado para a população Paraná, foram elaborados gráficos com os resultados do cálculo da quantidade de nutriente extraída pelas folhas em cada corte e em cada tratamento, baseando-se na análise de teor foliar realizada e na quantidade de fitomassa seca produzida, sendo esta expressa em g/planta.

Em se tratando da absorção de nitrogênio (**FIGURA 81**), o tratamento T1 apresentou as menores concentrações extraídas em todos os cortes. Observou-se que, todos os tratamentos apresentaram a mesma tendência em todos os cortes, reduzindo a absorção do nutriente no segundo corte, sendo esta elevada gradativamente nos cortes subsequentes, alcançando o máximo de sua expressão no quinto corte. Destacou-se o tratamento T2 no primeiro corte, obtendo a maior quantidade de nitrogênio extraída (2,27 g/planta). O segundo corte apresentou as menores quantidades extraídas, devido à perda de folhas em função do ataque de formigas, o que conseqüentemente, ocasionou uma redução da fitomassa. O terceiro corte também obteve baixa quantidade extraída, porém, não houve redução do teor de N nas plantas, o que mostra que a sazonalidade influencia indiretamente no resultado final, devido à redução da produção de folhas em função de baixas temperaturas, pluviosidade e radiação solar. Outro fato que se pode observar, não houve influência da idade da planta na absorção no primeiro corte, pois, apesar de a mesma apresentar apenas seis meses, esta foi capaz de absorver altas quantidades de nitrogênio sendo, estas suficientes para possibilitar seu desenvolvimento vegetativo. Segundo Malavolta (1979) e Corrêa Jr. et al. (1994), o nitrogênio exerce importante função no desenvolvimento vegetativo da planta.

Com relação ao fósforo, o tratamento T1 também apresentou a menor quantidade extraída em todos os cortes (**FIGURA 82**). Os resultados mais expressivos foram obtidos pelos tratamentos orgânicos T2 e T3 no primeiro corte. O tratamento T2 obteve as melhores médias nos três primeiros cortes e, nos cortes restantes, estas pertencem ao tratamento T5. Notou-se tendência semelhante entre os tratamentos nos cortes, havendo queda brusca de extração na segunda colheita, sendo esta elevada a cada corte. A explicação para este fato pode ser a mesma supracitada para exemplificar o comportamento dos tratamentos na absorção de nitrogênio em função dos cortes.

O potássio (**FIGURA 83**) apresentou comportamento semelhante aos nutrientes descritos. Os tratamentos T1 e T2 apresentaram a menor e a maior quantidade de potássio extraída em todos os cortes, respectivamente. A maior absorção do nutriente foi obtida pelo tratamento T2 (1,84 g), por ocasião do primeiro corte, sendo este, juntamente com o quinto, os cortes que mais se destacaram. Novamente, o segundo e o terceiro cortes apresentaram os menores resultados, destacando-se o tratamento T1 no segundo corte com a menor média (0,14 g). A tendência dos tratamentos em função dos cortes assemelha-se a apresentada pelo nitrogênio e pelo potássio, no mesmo período.

O cálcio (**FIGURA 84**) assemelha-se aos nutrientes supracitados, tanto nos tratamentos como nos cortes, obtendo os tratamentos T1 e T2 a menor e a maior absorção.

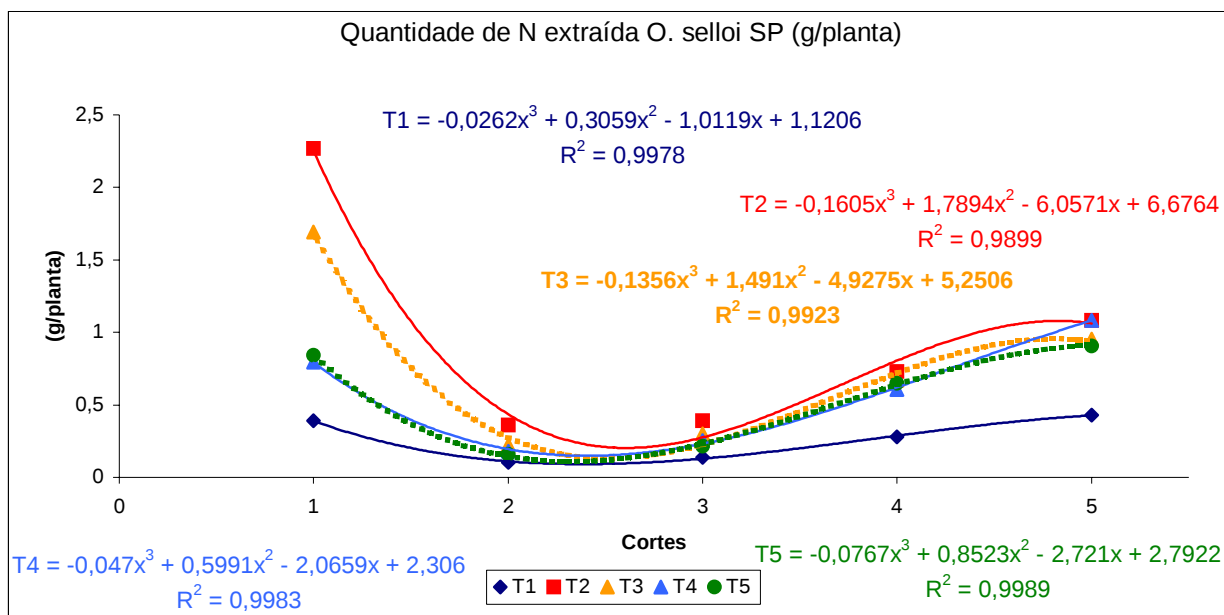


FIGURA 81. Quantidade de nitrogênio extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

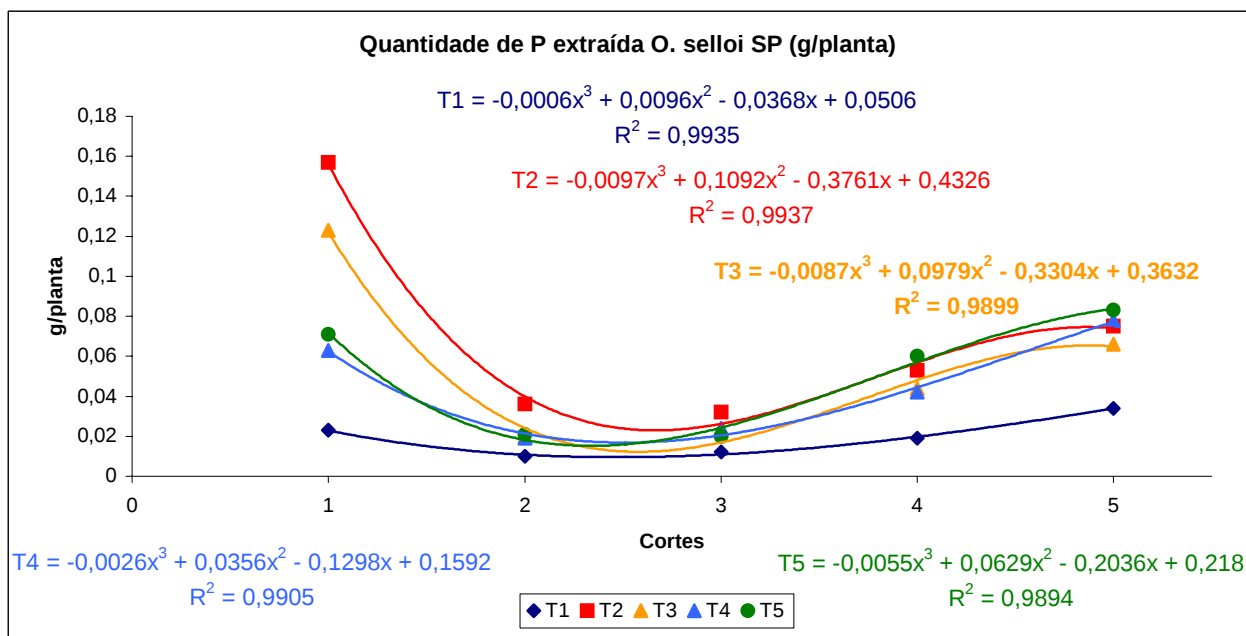


FIGURA 82. Quantidade de fósforo extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

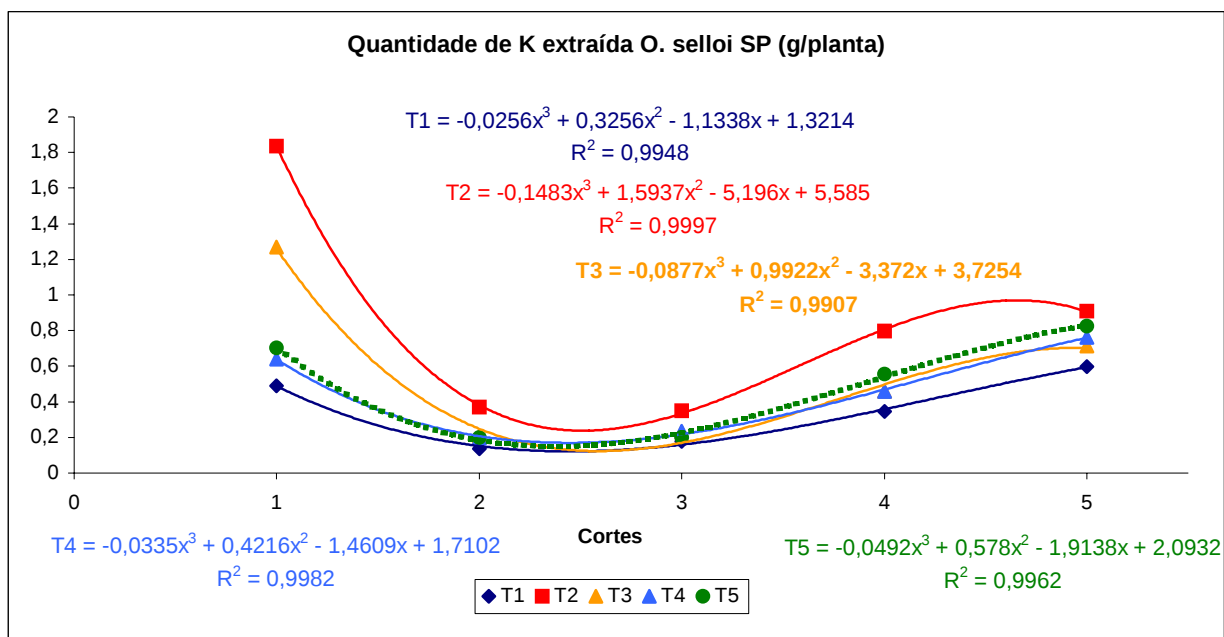


FIGURA 83. Quantidade de fósforo extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

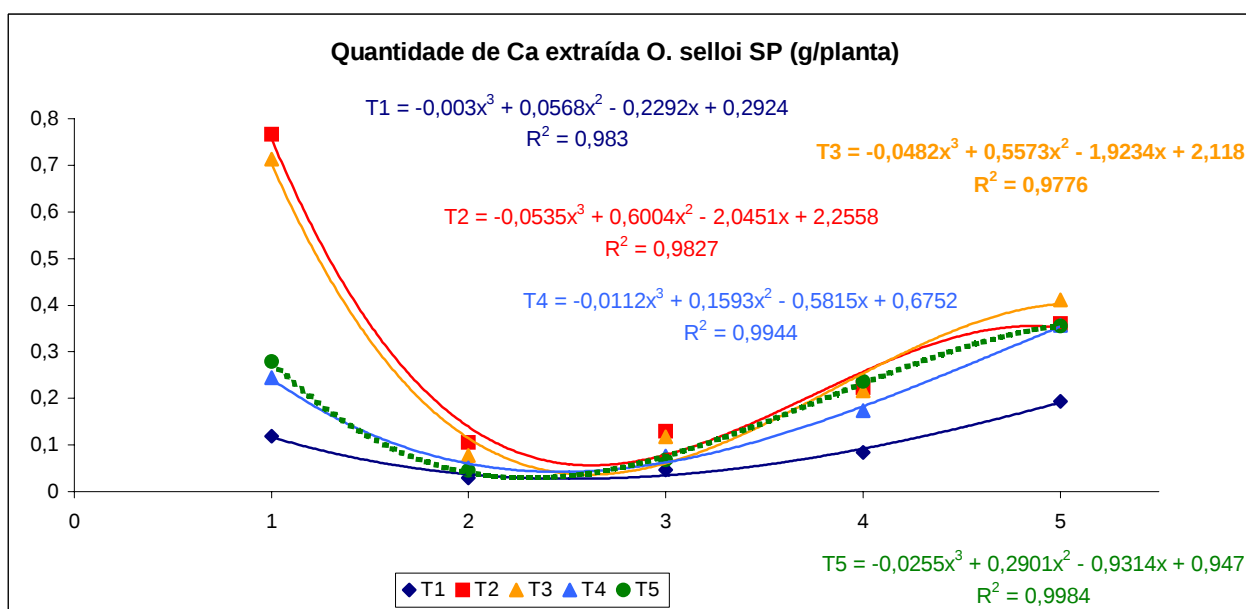


FIGURA 84. Quantidade de cálcio extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Para o magnésio (**FIGURA 85**) as menores quantidades extraídas foram conferidas à testemunha (tratamento T1) nos cinco cortes realizados. Os tratamentos orgânicos destacaram-se dos demais, sendo que o tratamento T2 apresentou maior absorção do primeiro ao quarto corte e, o tratamento T3, no quinto corte. A tendência dos tratamentos em função dos cortes também apresentou queda no segundo e terceiro cortes, elevando-se nos cortes subseqüentes.

O enxofre apresentou comportamento bastante irregular, com relação aos tratamentos. A menor concentração deste foi obtida no tratamento T5 (0,016 g), por ocasião do terceiro corte e, a maior, ao tratamento T2 (0,2 g), no primeiro corte (**FIGURA 86**). A testemunha apresentou quantidades inferiores no primeiro, quarto e quinto cortes. Novamente, observa-se redução na quantidade de nutriente extraída no segundo e terceiro cortes, elevando-se nos dois últimos.

O boro apresentou resultados semelhantes ao cálcio, sendo o T1 e o T2, os tratamentos que obtiveram as menores e maiores quantidades extraídas, respectivamente, em todos os cortes, exceto no quarto e quinto cortes, quando as maiores quantidades de boro foram extraídas pelos tratamentos T5 e T4, respectivamente (**FIGURA 87**). Ocorreu uma brusca redução na quantidade de boro do primeiro para o segundo corte, tornando a elevar-se nos cortes subseqüentes, provavelmente em função do baixo rendimento de fitomassa no segundo corte. Vale ressaltar que o período de crescimento das folhas no segundo corte foi inferior aos demais, em função de as plantas terem sido atacadas por formigas, o que ocasionou a baixa produção foliar. Além do baixo rendimento de fitomassa, os tratamentos T1, T4 e T5 apresentaram redução no teor foliar de boro no segundo corte, sendo esta de 23,5% no tratamento T1, 32 % no tratamento T4 e 12,9% no tratamento T5.

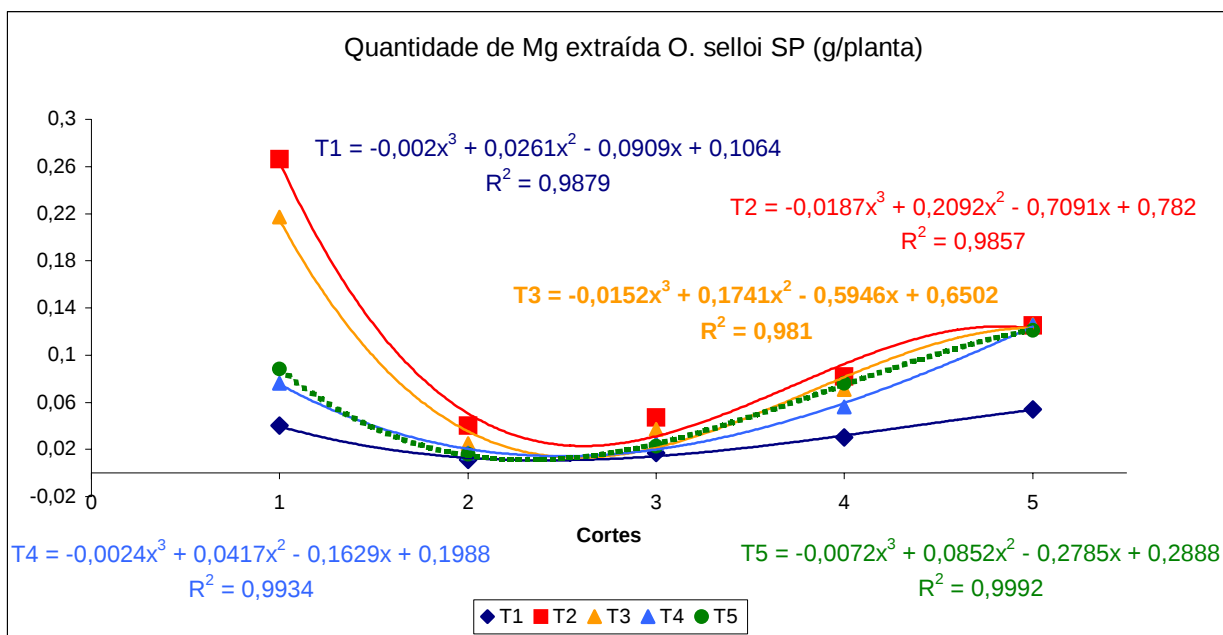


FIGURA 85. Quantidade de magnésio extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

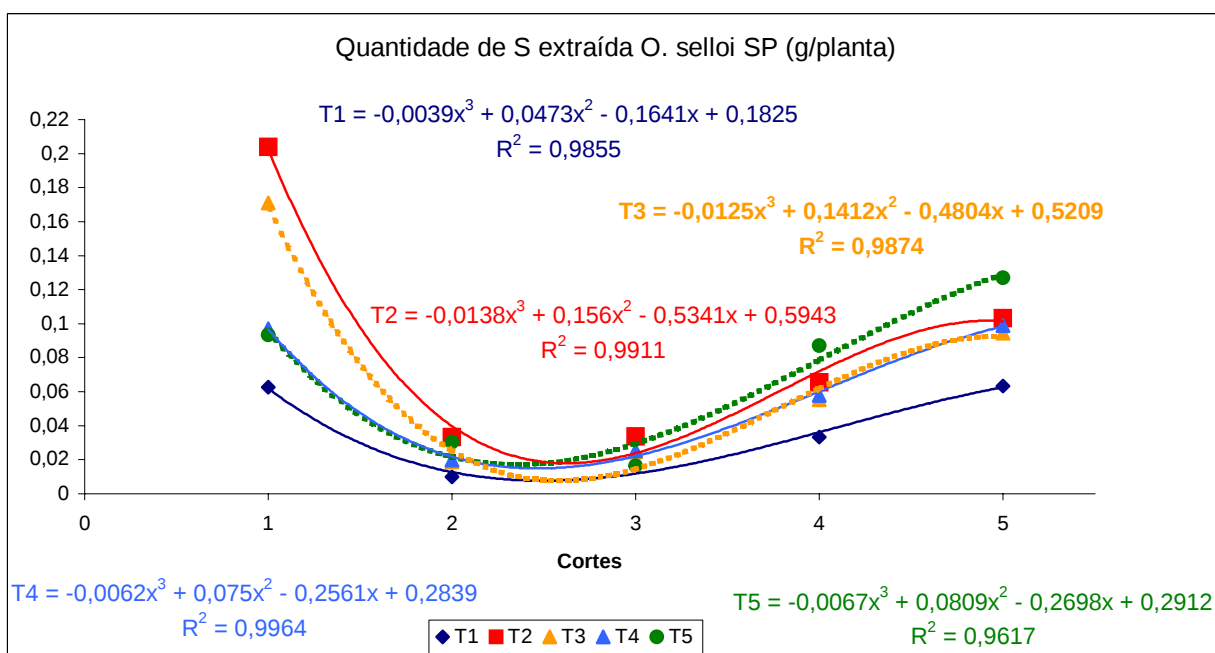


FIGURA 86. Quantidade de enxofre extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Como já mostrado por outros nutrientes, a extração do cobre também teve redução no segundo corte, com incremento nos cortes seguintes. A testemunha obteve os menores resultados em todos os cortes, bem como o tratamento T2, os maiores, não diferenciando este, porém, do tratamento T4 no quinto corte (**FIGURA 88**).

O teor de ferro, em alguns momentos, alcançou valores extremamente altos, destacando-se o tratamento T4 no primeiro e quinto cortes, com teor de 5,5 mg/kg e 4,3 mg/kg, respectivamente. Isto conferiu um pico na quantidade extraída nos referidos cortes (135,7 e 142,6 mg/planta), sendo, porém, valores ainda inferior ao obtido no tratamento T2 no primeiro corte (152,2 mg/planta), em função de o rendimento de fitomassa deste, no primeiro corte, ter sido maior que o tratamento T4. O menor resultado foi conferido ao tratamento T1, no segundo corte (3,4 mg/planta). O segundo e o terceiro cortes apresentaram os valores mais inferiores, mantendo-se a tendência observada nos nutrientes anteriormente citados (**FIGURA 89**).

Observando-se a quantidade de manganês extraída (**FIGURAS 90**), pode-se perceber que o tratamento T3 apresentou os melhores resultados do primeiro ao quarto cortes. No quinto corte, a maior média foi conferida ao tratamento T4 (5,6 mg/planta). O tratamento T5 obteve as menores médias no segundo corte (0,46 mg/planta), sendo este, juntamente com o terceiro, os cortes que apresentaram os valores mais inferiores, mantendo-se a tendência observada nos nutrientes anteriormente citados. Com exceção do tratamento T4, todos os tratamentos apresentaram queda no quinto corte.

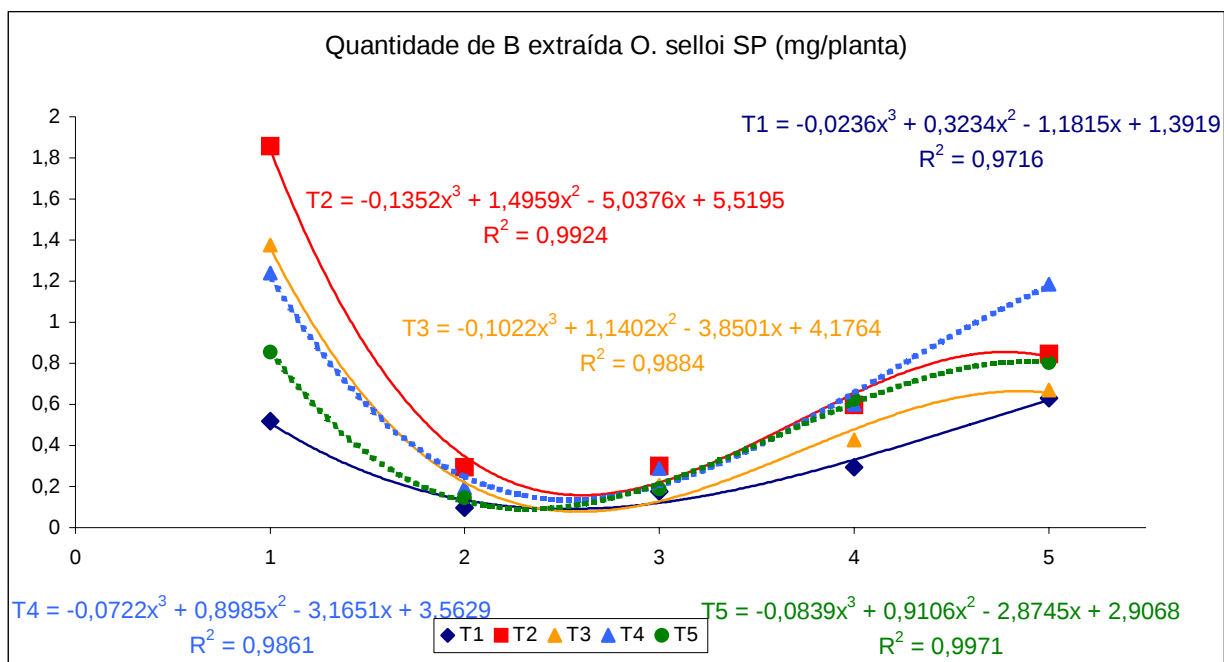


FIGURA 87. Quantidade de B extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

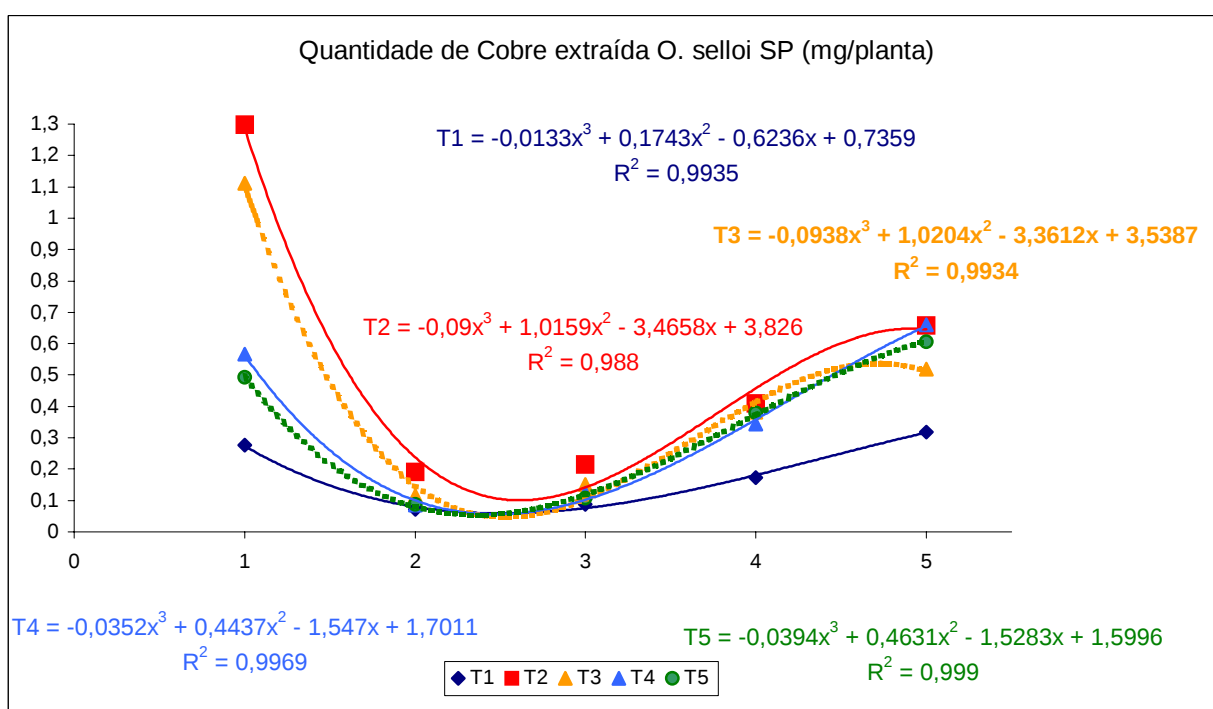


FIGURA 88. Quantidade de cobre extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

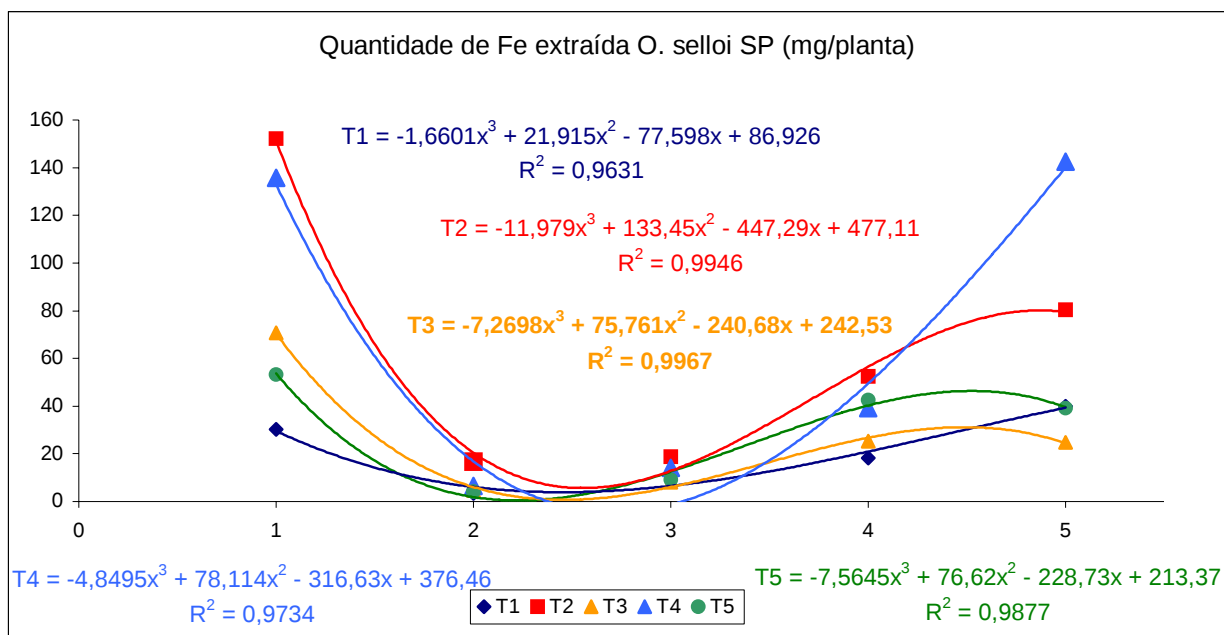


FIGURA 89 Quantidade de Fe extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

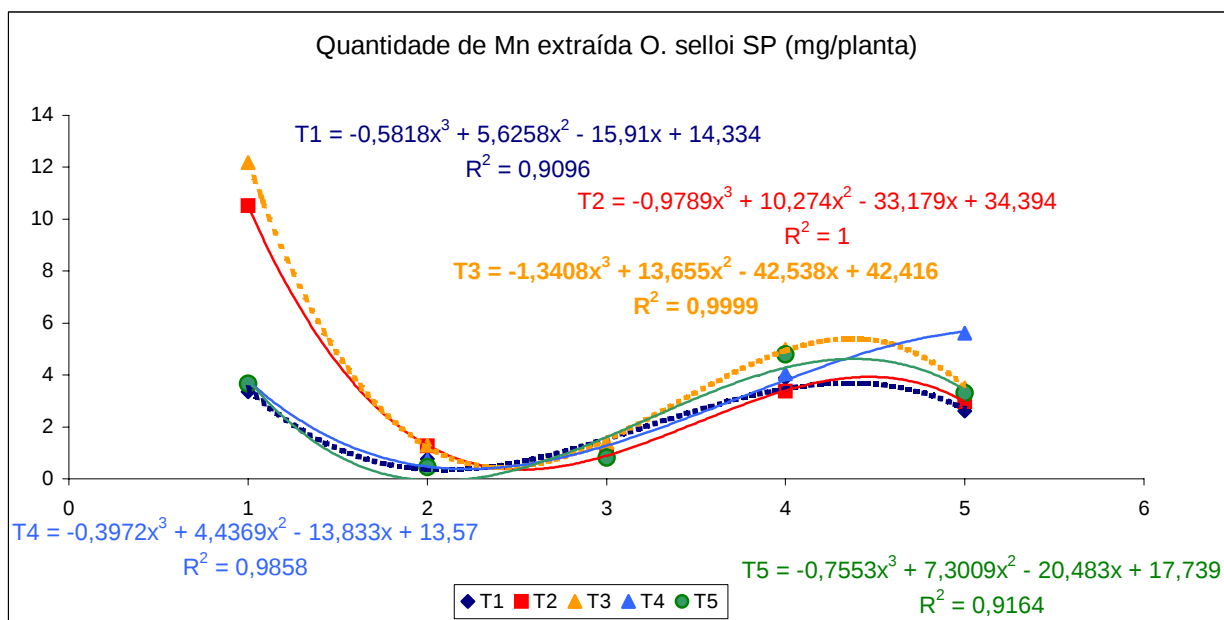


FIGURA 90. Quantidade de manganês extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Em relação à quantidade de zinco extraída (**FIGURA 91**), houve uma grande variação entre o tratamento T2 e os demais tratamentos, pois o primeiro, apresentou um alto teor de zinco no primeiro corte (197 mg/kg), o que acarretou um maior valor em quantidade de nutriente extraída pela planta (12,8 mg/kg). A testemunha apresentou os resultados mais inferiores em todos os cortes, sendo os maiores atribuídos ao tratamento T2 ($R^2 = 0,9824$) nos três primeiros cortes, T5 no quarto corte e T4 no quinto corte. Observou-se tendência semelhante dos tratamentos nos cortes realizados, pois, para todos os tratamentos, houve redução da quantidade de zinco extraída no segundo corte, sendo esta elevada nos cortes subsequentes.

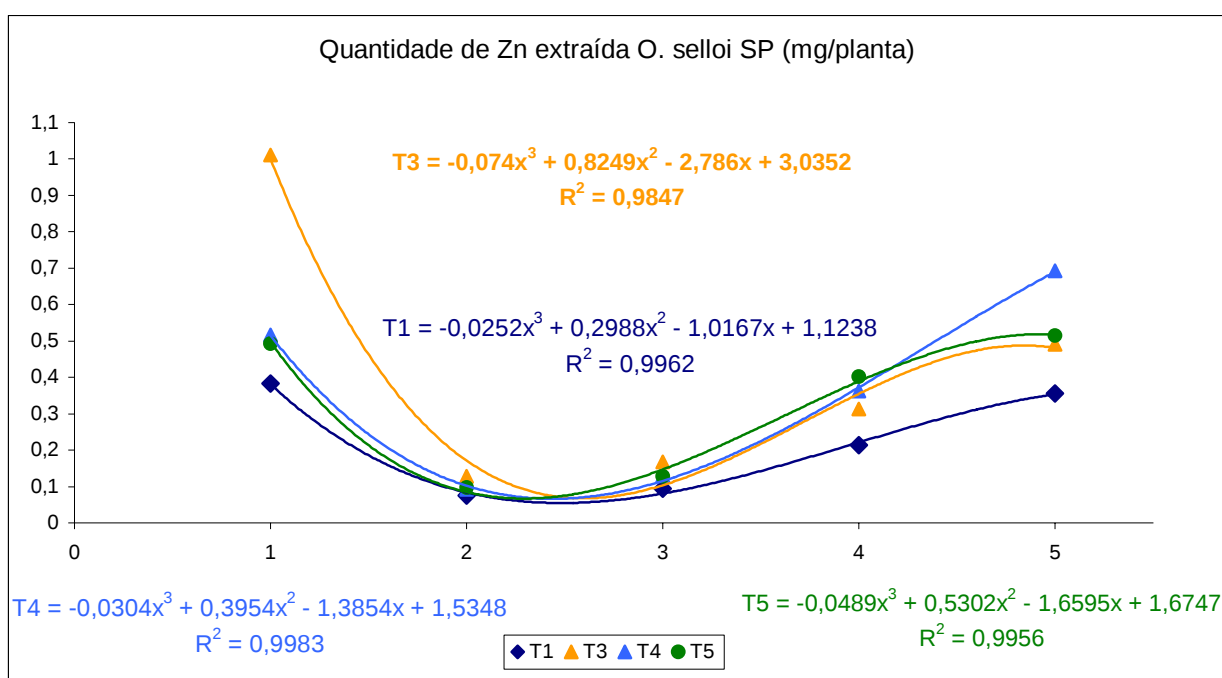


FIGURA 91. Quantidade de zinco extraída nas folhas de *O. selloi* população São Paulo, em cinco cortes, submetido a tratamentos de adubação. Botucatu-SP, 2001/2002/2003.

Os menores resultados apresentados pelo segundo corte, podem estar relacionados ao baixo rendimento de folhas no período, em função do ataque das formigas, o que obrigou a se realizar o corte em um tempo talvez pequeno, sem que este fosse suficiente para que as plantas obtivessem incremento no rendimento de folhas. Os valores obtidos no terceiro corte, demonstram que, neste caso, houve influência da sazonalidade (baixas temperaturas, insolação e pluviosidade), associada a um curto intervalo entre o segundo e o terceiro cortes (71 dias), gerando um baixo rendimento de folhas, o que pode ter acarretado uma redução na absorção deste nutriente.

Para esta população, pode-se notar que, os tratamentos orgânicos propiciaram uma maior concentração de nutrientes nas folhas, sendo estes mais favoráveis à nutrição da mesma. Isto provavelmente foi ocasionado em função das diferentes quantidades de nutrientes atribuídas às dosagens de adubo aplicados, entre os tratamentos orgânicos T2 e T3 e os tratamentos minerais T4 e T5 (**TABELA 2**). A quantidade de nutriente fornecida pelos tratamentos orgânicos foi muito maior que a fornecida pelos tratamentos minerais, o que proporcionou provavelmente melhores condições nutricionais à planta. Com base nos resultados, pode-se notar que, para a população São Paulo, a extração de nutrientes apresentou-se da seguinte maneira (em ordem decrescente de quantidade): nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre, magnésio, fósforo, ferro, manganês, boro, zinco e cobre. A falta de informações sobre os teores e quantidade de nutrientes extraída para esta espécie na literatura dificulta a discussão, pois não há parâmetros de comparação.

Assim como na população Paraná, pode-se observar que, em alguns casos, houve influência direta dos fatores ambientais, como pluviosidade, luz, temperatura na absorção dos nutrientes disponíveis no solo, pela planta.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No segundo (verão/outono) e quinto (verão) cortes, foram obtidos melhores resultados para as populações Paraná e São Paulo, respectivamente, indicando que esta planta desenvolve-se melhor sob temperaturas mais elevadas, alta pluviosidade e alta radiação solar. Devem ser realizados cortes com intervalos superiores a três meses, devendo estes ocorrer após períodos favoráveis ao desenvolvimento da planta. A diferença entre as duas populações na composição química do óleo essencial possibilita a classificação das mesmas como quimiotipos, devendo ser realizado o manejo de cada população, respeitando-se as exigências das mesmas, de acordo com o objetivo da colheita (composição química, rendimento de parte aérea). A extração dos nutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente de quantidade: nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, fósforo, ferro, manganês, boro, cobre e zinco na população Paraná, e nitrogênio, potássio,

cálcio, enxofre, magnésio, fósforo, ferro, manganês, boro, zinco e cobre para a população São Paulo, sendo esta, semelhante para as duas populações estudadas. Como sugestão para futuros trabalhos abordando a nutrição de *Ocimum selloi* Benth., deve-se analisar separadamente as amostras de análise foliar, para uma melhor compreensão dos dados.

Na realização deste trabalho pode-se constatar que, até a presente data, poucas pesquisas com espécies medicinais arbustivas em relação à adubação, épocas de corte e sazonalidade foram realizadas, havendo raríssimas publicações sobre *O. selloi*. Esta espécie merece uma atenção muito especial, já que se trata de uma planta nativa, com grande potencial para a pesquisa multidisciplinar, fato de grande importância na área de plantas medicinais.

8. CONCLUSÕES

Primeiro corte:

População Paraná:

1. Os tratamentos orgânicos apresentaram os melhores resultados para a produção de caules, folhas e inflorescências,
2. Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos para a produção de folhas/ (folhas + caule);
3. Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas, com relação ao rendimento de óleo essencial, para folhas e inflorescências;

4. Todos os tratamentos obtiveram maior produção de óleo essencial de folhas e inflorescências, quando comparados à testemunha, destacando-se o tratamento orgânico T2;
5. Os compostos majoritários do óleo essencial foram: elimicina, β -selineno, trans- β -ocimeno, trans-cariofileno, germacreno-D e biciclogermacreno.

População São Paulo

1. Todos os tratamentos obtiveram maior produção de caules e folhas, quando comparados à testemunha, destacando-se o tratamento orgânico T2;
2. Não houve diferença significativa para entre os tratamentos para a produção de inflorescências, folhas/ (folhas + caule);
3. Os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si, com relação ao rendimento de óleo essencial de folhas e produção de óleo essencial de inflorescências;
4. Todos os tratamentos obtiveram maior rendimento de óleo essencial de inflorescências, assim como produção de óleo essencial de folhas, quando comparados à testemunha, destacando-se os tratamentos orgânicos T3 e T2, respectivamente;
5. A população São Paulo apresentou maior produção de caules, folhas e inflorescências que a população Paraná em todos os tratamentos;
6. A produção de óleo essencial de folhas na população São Paulo foi maior que a população Paraná, observando-se o inverso para as inflorescências;

7. Os componentes majoritários do óleo essencial foram: metilchavicol, trans-anetol, trans-cariofileno, germacreno-D, β -selineno e biciclogermacreno.

Rebrotos (segundo ao quinto corte)

1. Não houve influência expressiva dos tratamentos sobre a cultura do *Ocimum selloi*, (produção de fitomassa e rendimento de óleo essencial) em ambas as populações (PR e SP) apresentando os tratamentos orgânicos, uma discreta superioridade nos resultados em comparação aos tratamentos minerais;
2. Observou-se influência direta da sazonalidade sobre o desenvolvimento da cultura, produção de fitomassa aérea e composição química do óleo essencial, em todos os tratamentos, nas duas populações.
3. As populações Paraná e São Paulo apresentaram os melhores resultados em relação à produção de fitomassa e rendimento de óleo essencial, no segundo e quinto cortes, respectivamente.
4. Os tratamentos T3 e T4 se destacaram quanto à produção de folhas na população Paraná, dentre os tratamentos orgânicos e minerais, respectivamente;
5. Os tratamentos T2 e T4 se destacaram quanto à produção de folhas na população São Paulo, dentre os tratamentos orgânicos e minerais, respectivamente;
6. As folhas apresentaram maior rendimento de óleo essencial que as inflorescências;
7. Os tratamentos orgânicos T2 e T3, na população Paraná, apresentaram maior produção de óleo essencial em folhas no segundo corte, não sendo, porém, o tratamento T2

estatisticamente diferente do tratamento mineral T4. Para os demais cortes, não houve diferença significativa entre os tratamentos;

8. O tratamento mineral T5 obteve, na população São Paulo, a maior produção de óleo essencial de folhas;
9. Os óleos essenciais as duas populações correspondem a diferentes quimiotipos ,não sendo observado efeito significativo dos tratamentos de adubação sobre as principais substâncias que os compõem (trans- β -ocimeno, trans-cariofileno, germacreno-D, β -selineno, biciclogermacreno e elimicina para a população Paraná e metilchavicol, trans-anetol, trans-cariofileno, germacreno D e biciclogermacreno, para a população São Paulo);
10. O rendimento do óleo essencial obtido por dióxido de carbono supercrítico foi superior à técnica de hidrodestilação, apresentando divergências no perfil fitoquímico dos óleos essenciais nas duas populações.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ADAMS, R. P. *Identification of essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy*, Allured Publ. Corp, Carol Stream, 1995.

ALONSO, M. A. Porque las plantas producen metabolitos secundarios fisiologicamente activos?, Universidad de Los Andes. *Revista de la Facultad de Farmacia*, Mérida - Venezuela. n 26, p 10, 1997.

* UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Faculdade de Ciências Agronômicas. *Normas para elaboração de dissertações e teses*. Botucatu, 35p., 1997.

ANTONELLI, A.; FABBRI, C.; BOSELLI, E. Modifications of dried basil (*Ocimum basilicum*) leaf oil by gamma and microwave irradiation. *Food Chemistry*, v. 63, n. 4, p. 485-489, 1978.

ARRIGONI-BLANK, M. F., FAQUIN, V., PINTO, J. E. B. P., BLANK, A. F., LAMEIRA, O. A. Adubação química e calagem em erva baleeira. *Hortic. Bras.*, v.17, p.211-5, 1999.

AYANOGLU, F.; MERT, A.; KIRICI, S. The effects of different nitrogen doses on *Artemisia annua* L. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v. 9, n. 4, p. 399-404, 2002.

BALYAN, S. S.; AJIT, S.; SING, A.; RAYCHAUDHURY, S. P. Effect of different levels and time of pruning in *O. gratissimum* Lin., In: *International Conference*, 1, Recent advances, New Delhi: Today & Tomorrow's Printers Publishers, 1992.

BLANCO, M. C. S. G. Biomassa e mucilagem da tanchagem (*Plantago major* L.) em função das adubações orgânica, mineral e mista e da supressão das inflorescências. In: Ming, L. C. et al. *Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica*. UNESP, Botucatu, v. 2, 238 p., p. 139 -154, 1998.

BOX, M. M. *Cultivo de Plantas Medicinales*, 2ª ed., v. 1, 418 p., 1973.

BRAUN, U.; KALBHEN, D. A. Evidence for biogenic formation of amphetamine derivatives from components of nutmeg. *Pharmacology*, v. 9, 312-316, 1973.

BROWN, D. *Encyclopedia of herbs and their uses*. London:Dorling Kindersley, p. 166-167, 1995.

BROWN, L. R.; FLAVIN, C. & POSTEL, S. *A world at risk*. In: BROWN L. R. (Ed), State of the World. W. W. Norton Co, New York, p. 1 - 6, 1989.

BUCHANAN, R. L. Toxicity of spices containing methylenedioxybenzene derivatives: A review. *J. Food Saf.*, v. 1, 275-293, 1978.

BUCHANAN, R. L. www.nhaa.org.au/forum/text/ahg97.html.

BUSTAMANTE, F. M. L. *Plantas medicinales y aromáticas*. Madrid: Mundi Prensa, p. 85-88, 1993.

CAPELLARI JR., L. *Plantas Medicinais e aromáticas*: fitoterapia, estruturas secretoras, botânica, micro e macropropagação, manejo de mudas e organização de um horto. Apostila. ESALQ. 48 p. 1994.

CARLINI, E. A. Pesquisa com plantas medicinais usadas em medicina popular. *Revista da Associação Médica, Brasil*, v. 29, n. 5/6, 109 - 110, 1983.

CARVALHO, W. A.; ESPÍNDOLA, C. R.; PACCOLA, A. A. *Levantamento de solos da Fazenda Lageado: Estação Experimental “Presidente Médici”*. Botucatu: Departamento de Ciências do Solo, Departamento de Ciências Ambientais. Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, p. 8-19. 1983.

CASTRO, D. M. *Efeito da variação sazonal, colheita selecionada e temperaturas de secagem sobre a produção de biomassa, rendimento e composição de óleos essenciais de folhas de **Lippia alba** (Mill.)N. E. Br ex Britt. & Wilson (Verbenaceae)*. Botucatu, UNESP, 132 p., 2001. Tese de Doutorado.

CASTRO, D. M.; MING, L. M.; MARQUES, M. O. M. Composição fitoquímica dos óleos essenciais de folhas de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Br. Em diferentes épocas de colheita e partes do ramo. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 4, n. 2, p. 75 – 79, 2002.

CESÁRIO DE MELLO, A; CARLINI, E. A. Behavioral observations on compounds found in nutmeg. *Physicopharmacologia*, v. 31, p. 349-363, 1973.

CHARLES, D. J., SIMON, J. E. Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil and composition of basil. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, v. 115, n. 3, p. 458-462, 1990.

CHAVES, F. C. M. *Produção de biomassa, rendimento e composição de óleo essencial de alfavaca-cravo (Ocimum gratissimum L.) em função de adubação orgânica e épocas de corte*. Botucatu, SP. 144 p., 2002. Tese de doutorado.

CHOUDHURY, S. M.; BORDOLOI, D. N. Effect of sowing on the growth, yield and oil quality of *Ocimum gratissimum* Linn. *Indian Perfum.*, v.30, p.254 – 260. 1988.

CHEMICAL ABSTRACTS, 52. 11965, 1958.

COELHO, L. A. F.; OLIVEIRA, J. V.; PINTO, J. C. Modelagem e simulação do processo de extração supercrítica do óleo essencial de alecrim. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, vol. 17, n. 4, Campinas, Dez.1997.

CORRÊA, M. P. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. IBDF, Rio de Janeiro, 6 v., 1984.

CORREA-JUNIOR, C. Influência das adubações orgânica e química na produção de camomila (*Chamomilla recutita* L. Rauschert) e de seu óleo essencial. In: MING, L. C. et al. *Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica*. UNESP, Botucatu, v.1, 238 p., 1998.

CORREA-JÚNIOR, C. Influências das adubações orgânica e química na produção de camomila *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert e do seu óleo essencial. In: MING, L. C. (Org.) *Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agronômica*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, v.2, p.129-164, 1998.

CORRÊA-JUNIOR, C. MING, L. C., SCHEFFER, M. C. *Cultivo de Plantas Medicinais, Condimentares e Aromáticas*. 2^a. ed.. Jaboticabal, FUNEP, 162 p. 1994.

CRAVEIRO, A. A & Queiroz, D. C. Óleos Essenciais e química fina, *Química Nova*, v. 16 (3), 224-228, 1993.

CRAVEIRO, A. A., FERNANDES, A. G., ANDRADE, C. H. S., MATOS, F. J. A., ALENCAR, J. W., MACHADO, M. I. L. *Óleos essenciais de plantas do Nordeste*. Fortaleza: Ed. da Universidade Federal do Ceará, 210p., 1981.

CRAVEIRO, A. A.; MACHADO, M. I. L. De aromas, insetos e plantas. *Ciência Hoje*, v. 4, n. 23, p. 54-63, 1986.

CZEPAC, M. P. Produção de óleo bruto e mentol cristalizável em oito frequências de colheita da menta (*Mentha arvensis* L.). Piracicaba: ESALQ – USP, 45 p., 1996. Dissertação de mestrado.

DARRA, H. H. Investigations of the cultivars of the basil (*Ocimum*). *Economic Botany*, n. 28, p. 63-67, 1974.

DANTAS, J. P. Boro. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. *Micronutrientes na Agricultura*. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, p. 113-130, 1991.

DEANS, S. G.; WATERMAN, P. G. Biological activity of volatile oils. In: HAY, R. K. M.; WATERMAN, P. G. *Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production*. Essex: Longman Group, p. 97 – 109, 1993.

DEBENEDETTI, P. G.; REID, R. C. Diffusion and mass transfer in supercritical fluids. *AIChE*, v. 32, p. 2034 – 2046, 1986.

DEY, P. M.; HARBONE, J. B. *Plant biochemistry*. London: Academic Press, 554 p., 1997.

DIAS, M. C.; CAMARGO, R. Estudos da adubação e propagação de carqueja. *Workshop de Plantas Medicinais de Botucatu* – UNESP. Anais, p. 69, 1996.

DONALÍSIO, M.G. R.; ANDREA, A. J.; SOUZA, A. J. Época de frequência de colheita das folhas de capim limão e sua influência na produção e qualidade do óleo essencial. *Congresso internacional de óleos essenciais*, 5, resumos, p. 23-24, 1971.

ECHEVERRY, O. S. H., MUÑOZ, F. J. E., TAMAYO, C. C. H. Studies on the growth and phenology of *Ocimum basilicum* L. *Ocimum minimum* L. and *Ocimum gratissimum*. *Acta Agronômica*, v. 40, n. 1-2, p. 51-63, 1990.

EL-HAMIDI, A. The effect of fertilizer levels on growth, yield and oil production of *Matricaria chamomilla* L. *Lloydia*, v. 28, n. 4, p. 245 – 251, 1965.

ELIZABETH, M. P.; AMPARO, V. P. Determination of volatile constituents of sweet basil (*Ocimum* spp.) by two extraction methods. *Rev. Colomb. Quim.*, v. 28, n. 1, p. 65 –74, 1999.

FERREIRA, S. R. S; MEIRELES, M. A. A.; CABRAL, F. A .Extraction of essential oil of black pepper with liquid carbon dioxide. *Journal Food Engineering* , v. 20, 121-133, 1993.

FIGUEIREDO-RIBEIRO, R. C. L.; GIULIETTI, A. M.; BARRADAS, M. Morphology and essential oil in the taxonomy of *Ocimum nudicaule* Benth. (Labiatae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 32, p. 65-71, 1978.

FLÜCK, H. The influence of the soil on the content of active principles in medicinal plants. *The Journal of Pharmacy and Pharmacology*. March, p. 153-163, 1954.

FRANÇA, L. F.; MEIRELES, M. A. A. M. Extraction of oil from pressed palm oil (*Elae guineensis*) fibers using supercritical CO₂. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, v. 17, n. 4, p. 384-388, dez 1997.

FRANCISCO, J. C.; JARVENPÄÄ, E. P.; HUOPALAHTI, R.; SIVIK, B. Comparison of *Eucaliptus camaldulensis* Dehn. Oils from Mozambique as obtained by hydrodistillation and supercritical carbon dioxide extraction. *Journal of Agric. Food Chem.*, v. 49, n. 5, p. 2339-2342, 2001.

FRANZ, P. G. Genetics. In: HAY, R. K. M.; WATERMAN, P. G. *Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production*. Essex: LongmanGroup, p. 5-19. 1993.

FURLAN, M. R. *Efeito da adubação com N-P₂O₅-K₂O sobre a biomassa, o rendimento e a composição do óleo essencial de Ocimum basilicum L. cultivar Genovese*. Botucatu, 172p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas-UNESP, 2000.

GOMES, B. A. *Plantas medicinais do Brasil*, Edição B. C. Falcão, Brasiliensia Documenta, v. V. São Paulo, 1972.

GOTTLIEB, O.; KAPLAN, M.A. Das Plantas Medicinais aos Fármacos Naturais. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 15, n 89, 51 - 54, 1993.

GRAYER, R.J.; KITE, G. C.; GOLSDSTONE, F. J.; BRYAN, PATON,A.; PUTIEVSKY, E. Intraspecific Taxonomy and Essential Oil Chemotypes in Sweet Basil, *Ocimum basilicum*, *Phytochemistry* , v. 43, n 0 5, 1033-1039, 1996.

GUENTHER, E. *The essential oils*. New York: Krieger, 6 v., 1972.

GUPTA, R. Basil (*Ocimum* spp.) G-15 Gene banks for medicinal and aromatic plants. *Newsletter*, v.1, n. 5/6, 1-3, 1994.

HAAG, H. P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, R. C. et al. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 49 – 69, 1987.

HALVA, S.; CRAKER, L. E.; SIMON, J. E.; CHARLES, D. J. Light levels, growth and essential oil in dill (*Anethum graveolens* L.). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v. 1, p. 47-57, 1992.

HAMERSCHMIDT, I. A agricultura alternativa na região metropolitana de Curitiba. *Horticultura Brasileira*, v. 4, n. 1, 1986.

HARBONE, J. B. *Ecological Biochemistry*. 4^a ed.. London: Academic Press, 1993.

HARBORNE, J. B. The Plant and Its Biochemical Adaptation to the Environment, *Introduction to Ecological Biochemistry*, Academic Press, London , 1 – 27 , 1977.

HAY, R. K. M.; SVOBODA, K. P. Botany. In: HAY, R. K. M.; WATERMAN, P. G. *Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production*. Essex: LongmanGroup, p. 5-19. 1993.

HEGNAUER, R. CHEMOTAXONOMY. In: Atal, C. K.; Kapur, B. M. Cultivation and utilization of medicinal and aromatic plants. Jammu-Tawi, Índia: *Concil of Scientific & Industrial Research*, v. 3, p. 1-23. 1982

HORNOK, L. Influence of nutrition on the yield and content of active compounds in some essential oil plants. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 132, p. 239-247, 1983.

KAMADA,T.; CASALI, V. W. D.; BARBOSA, L. C. A.; FORTES, I. C. P.; FINGER, F. L. plasticidade fenotípica do óleo essencial em acessos de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, v. 1, n. 2, p. 13 - 22, 1999.

KERROLA, K.; KALLIO, H. Volatile compounds and odor characteristics of carbon dioxide extracts of coriander (*Coriandum sativum* L.) fruits. *J. Agric. Food. Chem.*, v. 41, p. 785-790, 1993.

KHOSLA, M. K.; SOBTI, S. N. Karyomorphological studies in genus *Ocimum* II. Sanctum group. *Citologia*, n. 50, p. 235-63, 1985.

KOTHARI, S. K.; SINGH, V.; SINGH, K. Effect of rates and methods of phosphorus application on herb and oil yields and nutrient concentrations in Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). *Journal of Agricultural Science*, v. 108, p. 691-693, 1987.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. *Water relations of plants and soil*. Academic Press, San Diego, 1955.

KRÜGER, H., WETZEL, S. B.; ZEIGER, B. The chemical variability of *Ocimum* species. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v. 9, n. 4, p. 335-344, 2002.

LAUGHLIN, J. C. Effect of agronomic practices on plant yield and antimalarial constituents of *Artemisia annua* L. *Acta Horticulturae*, 331: p. 53 – 61, 1993.

LOPES, A. S. *Manual de fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 153 p., 1989.

LOPES, R. C.; CASALI, V. W. D.; BARBOSA, L. C. A.; CECON, P. R. Influência de três regimes hídricos na produção de óleo essencial em sete acessos de *Polygonum punctatum* Ell. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 3, n. 2, p. 7 – 10, 2001.

LUCCHESI, A. A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, R. C. et al. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 49 – 69, 1987.

LY, Y.; CRAKER, L. E.; POTTER, T. Effect of light level on essential oil production pf sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*).In: Proceedings International Symposium of Medicinal and Aromatic Plants. Amherst, 1996. *Acta Horticulturae*, n. 426, p. 419-426, 1996.

MCLAFFERTY, F. W.; STAUFFER, D. *The Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data*, v. 1–6, John Wiley Sons, New York, 1989.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EPU, 2ª ed., v. 1, 362 p.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 319p., 1997.

MANN, J. *Chemical aspects of byosynthesis*. Oxford: Oxford University Press, 392p., 1994.

MARCHESE, J. A.; REHDER, V. L. G. Influência da temperatura na produção de artemisinina em *Artemisia annua* L. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 4, n. 1, p. 89– 93, 2001.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. Academic Press, San Diego, 1995.

MARTINS, E. R. Estudos em *Ocimum selloi* Benth: Isoenzimas, morfologia e óleo essencial. In: *Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares: Avanços na Pesquisa Agronômica*, Ed. da UNESP, v. 1, 193-217, 1998.

MARTINS, E. R. *Morfologia interna e externa, caracterização e óleo essencial de Ocimum selloi Benth.* Viçosa, 1996. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa.

MARTINS, E. R.; CASALI, V. W. D.; BARBOSA, L. C. A.; CARAZZA, F. Essential oil in the taxonomy of *Ocimum selloi* Benth. *J. Braz. Chem. Soc.*, v. 8, n. 1, p. 29-32, 1997.

MATOS, J. K. A. *Plantas medicinais: aspectos agronômicos.* Brasília, Universidade de Brasília, 19 p., 1989 (mimeografado).

MATTOS, J. K. A. *Plantas Medicinais: aspectos agronômicos.* Brasília, Edição do autor, 51 p., 1996.

MAZZA, G. KIEHN, F. A. Essential oil of *Agastache foeniculum*, a potential source of methyl chavicol. *Journal of Essential Oil Research*, v. 4, n. 3, p. 295- 299, 1992.

MC HUGH, M; KRUKONIS, V. *Supercritical Fluid Extraction: principles and practice.* Boston: Butterworth Publishers, 1986.

MCLAFFERTY, F. W. ; STAUFFER, D. *The Wiley/NBS Registry of Mass Spectral Data*, v. 1 -6, John Wiley Sons, New York, 1989.

MEIRELES, M. A. A.; NICOLOV, Z. L. Extraction and fractionation of essential oils with liquid carbonic dioxide. *Spices, Herbs and Edible Fungi*, p. 171 – 199, 1994

MEIRELES, M. A. A.; GERMER, S. P. M. Extração de produtos naturais com fluidos pressurizados: subcríticos e supercríticos. *Anais da 3ª Mostra Interna de Trabalhos Científicos*, UNICAMP: V.2, P. 489 – 494, 1993.

MENTZ, L. A. Minicurso: Coleta e identificação de plantas medicinais, *XIV Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil*, Florianópolis - SC (anais), 1996.

MING, L. C. Influência da adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de *Lippia alba*. *Horticultura Brasileira*, v. 12, n. 1, p. 51, maio, 1994.

MING, L. C. *Influência de diferentes níveis de adubação orgânica na produção de biomassa e teor de óleos essenciais de Lippia alba* (Mill) N.E.Br. Verbenaceae. Curitiba, 206 p., Universidade Federal do Paraná. Dissertação (Mestrado) em Ciências Biológicas. 1992.

MING, L. C. *Produção de biomassa e teor de óleo essencial em função das fases de desenvolvimento, calagem, adubação mineral e orgânica em Ageratum conyzoides* L. Jaboticabal: 1996, 97 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

MING, L. C., CHAVES, F. C. M., MARQUES, M. O. M., MEIRELES, M. A. A. Produção sazonal de óleo essencial em uma população natural de *Piper aduncum* L. em Adrianópolis – PR. *Hortic. Bras.*, v.20, suplemento, 2002. (Editado em CD-ROM).

MIYASAWA, M.; CHIERICE, G. O.; PAVAN, M. A. Amenização da toxicidade de alumínio às raízes do trigo pela complexação com ácidos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 16, p. 209-215, 1992.

MONTEIRO, A. R.; MEIRELES, M. A. A.; MARQUES, M. O. M.; PETENATE, A. J. Extraction of the soluble material from the shells of the bacuri fruit (*Platonia insignis* Mart.) with pressurized CO₂ and other solvents. *Journal of Supercritical Fluids*, vol. 11, p. 91-102, 1997.

MORAES, L. A. S., FACANALI, R., MARQUES, M. O. M., MING, L.C., MEIRELES, M. A. A. Phytochemical characterization of essential oil from *Ocimum selloi*. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, v.74, p.183-6, 2002.

MORAIS, L. A. S., FACANALI, R.; MARQUES, M. O. M.; MING, L. C.; MEIRELES, M. A. A. Caracterização fitoquímica do óleo essencial de *O.selloi* , *RESEN*. Niterói-RJ, 2000.

MORAIS, L. A. S., FACANALI, R.; MARQUES, M. O. M.; MING, L. C., MEIRELES, M. A. A. Phytochemical characterization of essential oil of *Ocimum selloi* Benth. *World Conference on Medicinal and Aromatical Plants*. Budapest - Hungria, 2001.

MORAIS, L. A. S., R.; MARQUES, M. O. M.; MING, L. C.; MEIRELES, M. A. A. Influência da adubação sobre a produção de biomassa e no teor de óleo essencial do elixir paregórico. *Horticultura Brasileira*, v. 20, n. 2, p. 363, CD-ROM, 2002. Suplemento 2.

MORAIS, L. A. S., FACANALI, R.; MARQUES, M. O. M.; MING, L. C., MEIRELES, M. A. A. Composição química dos óleos essenciais de *Ocimum selloi* Benth. oriundo de populações espontâneas e cultivadas. *XVII Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil*. Cuiabá – MT, 2002.

MORHY, L. Metil-chavicol, *cis* e *trans*-anetol no óleo essencial de *Ocimum selloi* Benth. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 45, n. 3-4, p. 401 – 412, 1973.

MULLER, C., MONTEIRO, A. R., RODRIGUES, V. M., VASCONCELLOS, V. R., MEIRELES, M. A. A., MARQUES, M. O. M. Supercritical Extraction Oils of *Eucalyptus citriodora*, *Cymbopogon winterianus* and *Cymbopogon martini* with Carbon Dioxide. *Proceedings of the 5th International Symposium on Supercritical Fluids*, in CD-ROM, 2000.

NASCIMENTO, C. M. E.; FÁVERO, S. Acumulação de biomassa e óleo essencial de *Ocimum basilicum* sob diferentes doses de matéria orgânica em cultivo protegido. *Horticultura Brasileira*, v. 21, suplemento, editado em CD-ROM, 2003.

NOBREGA, L.; MONTEIRO, A. R.; MEIRELES, M. A. A. & MARQUES, M. O. M. Comparison of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) oleoresin obtained with ethanol and isopropanol with that obtained pressurized CO₂. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 14 (4), 408-412, 1997.

NOLASCO, F. *Deficiências nutricionais em manjeriço (Ocimum spp.), sob hidroponia*. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 19 p., 1996.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO M, B. P. Influência dos fatores climáticos na produção. In: CASTRO, R. C. et al. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 71 - 81, 1987.

PALEVITCH, D. Recent advances in the cultivation of medicinal plants. *Acta Horticulturae*, v. 208, p. 29-35, 1987.

PATON, A.; HARLEY, R. M.; HARLEY, M. M. Ocimum: an overview of classification and relationships. In :HOLM, Y; HILTUNEN, R. (ed.) *Ocimum: medicinal and aromatic plants – industrial profiles*. Series. Amsterdam: Ed. Hardman, p. 1-38, 1999.

PEREIRA, A. M. S.; BERTONI, B. W.; MENEZES JR, A.; PEREIRA, P. S.; FRANCA, S. C. Soil pH and production of biomass and wedelolactone in field grown *Eclipta alba*. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v. 6, n. 1, p. 43-48, 1998 b.

PEREIRA, A. M. S.; MENEZES JR, A.; CAMARA, F. L. A.; FRANCA, S. C. Influence of fertilizer on coumarin content and biomass production in *Mikania glomerata* Sprengel. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v. 6, n. 1, p. 29-36, 1998.

PEROZIN, M. M. *Projeto fitoterapia do SUDS: plantas medicinais nos serviços públicos*, Curitiba, SESA/FCMR, 1989.

PICCAGLIA, R.; MAROTTI, M.; DELLACECCA, V. Effect of planting density and harvest date on yield and chemical composition of sage oil. *J. Essent. Oil Res.*, v. 9, p. 187-191, 1997.

PIMENTEL, C. *Metabolismo do carbono na agricultura tropical*. Seropédica: EDUR, 150 p., 1998.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*, 14ª ed.: ESALQ-USP, 477 p., 2000.

PRAKASA RAO, E. V. S.; NARAYANA, M. R.; RAJESWARA RAO, B. R. The effect of nitrogen and farm yard manure on yield and nutrient uptake in davana (*Artemisia pallens* Wall. Ex D. C.). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v. 5, n. 2, p. 39-48, 1997.

PRAKASA RAO, E. V. S.; PUTTANNA, K.; RAMESH, S. Effect of nitrogen and harvest stage on the yield and oil quality of *Tagetes minuta* L. in tropical India. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v. 7, n. 3, p. 19-24, 2000.

PRASAD, A.; RAM, M; GUPTA, N; KUMAR, S. Effect of different soils characteristics on the essential oil yield of *Artemisia annua*. *J. Med. Arom. Plant Sci.*, v. 20, p. 703-705, 1998.

PRIMAVESI, O. *Fatores limitantes da produtividade agrícola e plantio direto*. São Paulo: BASF, 56p., 1982.

PUTIEVSKY, E., RAVID, U.; DUDAI, N. The influence of season and harvest frequency on essential oil and herbal yields from a pure clone of sage (*Salvia officinalis* L.), grown under cultivated conditions. *Journal of natural products*, v. 29, n. 2, p.326 – 329, 1986.

QUER, P. F. *Plantas medicinales: el dioscórides renovado*. Barcelona: Labor, p. 713-715, 1988.

RAIJ, B. VAN. (coord.). *Recomendações de adubação-calagem para o Estado de São Paulo*. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto Agrônômico. *Bol. Tec. 100*. Campinas, 107 p. 1995.

RAM, M.; PATRA, D. D.; KUMAR, S. Nitrogen fertilization of palmarosa in continuous cropping. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, vol. 5, n. 1, p. 53-61, 1997.

RANGAPPA, M.; BHARDWAJ, H. L.; SHOWHDA, M.; HAMAMA, A. A. Cilantro responses to nitrogen fertilizer rates. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, vol. 5, n. 1, p. 63-68, 1997.

REICHARDT, K. *A água na produção agrícola*. São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 119 p., 1978.

RODRIGUES, V. M.; MARQUES, M. O. M.; MEIRELES, M. A. A. Evaluation of the Chemical Composition of Clove (*Eugenia caryophyllus*) Essential Oil Obtained by SCFE. *4th International Symposium on Supercritical Fluids*, A: 215 – 218, 1997.

RODRIGUES, V. M., ROSA, P. T. V. E., MARQUES, M. O. M., PETENATE, A. J., MEIRELES, M. A. A. Supercritical Extraction of Essential Oil from Aniseed (*Pimpinella anisum* L.) Using CO₂: Solubility, kinetics, and Composition Data. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Estados Unidos: , v.51, p.1518 - 1523, 2003.

SAITO, M.; LUCCHINI, F. *Substâncias Obtidas de Plantas e a Procura por Praguicidas Eficientes e Seguros ao Meio Ambiente*, Jaguariuna: EMBRAPA - CNPMA, 46 p., 1998.

SALAMON, I. Growing conditions and the essential oil of camomile, *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v. 2, p. 31-37, 1994.

SANTOS M. F.; MENDONÇA, M. C.; CARVALHO-FILHO, J. L. S; DANTAS, I. B. SANTANA-FILHO, L. G. M.; SILVA, P. A.; AZEVEDO, V. G; SILVA-MANN, R.; COSTA, A. G.; SIMÕES, R. A.; OLIVEIRA, L. J.; ARRINGTON-BLANK, M. F.; ALVES, P. B.; BLANK, A. F. Influência de doses e composições de fertilizante orgânico no primeiro corte de erva-cidreira-verdadeira cultivado com mulch., *Horticultura Brasileira*, v. 21, suplemento, editado em CD-ROM, 2003.

SARGENTI, S. R.; LANÇAS, F. M. Designed and construction of a simple supercritical fluid extraction system with semi-preparative and preparative capabilities for application to natural products , *Journal of Chromatography A*, 667, 213-218, 1994.

SCHEFFER, M. C. Influência da adubação orgânica sobre a biomassa, rendimento e composição do óleo essencial de *Achillea millefolium* L. (mil folhas). In: Ming, L. C. *Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, v. 2, p. 1-22, 1998.

SCHEFFER, M. C.; RONZELLI JUNIOR, P. Influência de diferentes níveis de adubação orgânica sobre a biomassa e teor de óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. (mil folhas). *Horticultura Brasileira*, v. 9, n. 1, 1991.

SCHMIDT, J. A.. Labiatae. In: Martius, K. F. P. (Ed.). *Flora Brasiliensis: Enumerato plantarum in Brasília*, New York, Wheldon & Wesley, p. 117 - 338. 1858.

SHALABY, A. S.; EL-GAMASSY, M.; KHATTAB, M.; EL-GAMASSY, K. Cultivation of *Melissa officinalis* in Egypt. 1. Effect of fertilization, spacing and plant season. *Acta Horticulturae*, v. 311, p. 115-120, 1993

SHALABY, A. S.; EL-GENGAIHI, S. E.; AGINA, E. A.; EL KHAYAT, A. S.; HENDAWY, S. F. Growth and yield of *Echinacea purpurea* L. as influenced by plant density and fertilization. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, vol. 5, n. 1, p. 69-73, 1997.

SHULGIN, A. T. Concerning the pharmacology of nutmeg. *Mind*, October, p. 299-303, 1963.

SHULGIN, ALEXANDER T. Composition of the myristicin fraction from oil of nutmeg. *Nature*, 197:4865, p.379, 1964.

SILVA-JÚNIOR, A. A. *Plantas Medicinais e Aromáticas*, Itajaí: EPAGRI, Santa Catarina, 31 p., 1997.

SILVA, F. G.; PINTO, J. E. B. P.; CARDOSO, M. G.; SALES, J. F.; MOL, D. J. S.; DIVINO, S. P.; GONÇALVES, L. D.; SHAN, A. Y. K. V.; BERTOLUCCI, S. K. Crescimento e rendimento de óleo essencial de carqueja amarga em casa de vegetação, com adubação orgânica e química. *Horticultura Brasileira*, v. 19 (suplemento, 2001 b. (editado em CD-ROM).

SILVA, P. A., BLANK, A. F., ARRIGONI-BLANK, M. F, ALVES, P. B., SANTOS NETO, A. L., CARVALHO FILHO, J. L. S., AMANCIO, V. F. Efeito da adubação mineral e orgânica e do horário de colheita em manjerição-doce. *Horticultura Brasileira*, v.19, suplemento, 2001. (Editado em CD-ROM).

SIMANDI, B. DEÁK, A.; RÓNVAI, E.; YANXIANG, G.; VERESS, T.; LEMBERKOVICS, E.; THEN, M.; KISS, A. S.; FALUSI, Z. V. Supercritical carbon dioxide extraction and fractionation of fennel oil. *J. Agric. Food. Chem.*, v. 47, n. 4, p. 1635-1640, 1999.

SIMON, J. E.; REISS, -BUBENHEIM, D.; JOJY, R. J. et al. Water stress-induced alterations in essential oil content and composition of sweet basil. *Journal of Essential Oil Research*, v. 4, n. 1, p. 71-75, 1992.

SIMON, J.E. *Basil*. West Lafayette: Purdue University, 6p., 1995.

SINGH, N.; LUTHRA, R.; SANGWAN, S. Effect of leaf position, and age on the essential oil quantity and quality in lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*). *Planta Medica*, v.55, p. 254-259, 1989.

SOBTI, S. N. PUSHPANGADAN, P. Studies in the genus *Ocimum*: cytogenetics, breeding and production of new strains of economic importance. In: Atal, C. K.; Kapur, B. M. *Cultivation and utilization of medicinal and aromatic plants*. Jammu-Tawi, Índia : Concil of Scientific & Industrial Research, v. 3, p. 457-472, 1982.

SOUSA, E. M. B. D.; CHIAVONE FILHO, O.; MORENO, M. T. S.; SILVA, D. N.; MARQUES, M.O.M.; MEIRELES, M.A.A. Experimental Results for the Extraction of Essential Oil from *Lippia sidoides* Cham. using Pressurized CO₂. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. Campinas: , v.19, n.02, p.229 - 241, 2002.

SOUZA, M . P. *Constituintes químicos ativos de plantas medicinais brasileiras*, Fortaleza, Edições UFC/Laboratório de Produtos Naturais, 189-196, 1991.

SPRICIGO, C. B.; PINTO, L. T.; BOLZAN, A.; NOVAIS, A. F. Extraction of essential oil and lipids from nutmeg by liquid carbon dioxide. *Journal of Supercritical Fluids*, v. 15, p. 253 – 259, 1999.

STEFANINI, M. B. Relatório FAPESP, 2002.

STEFANINI, M. B.; MING, L. C.; MARQUES, M. O. M.; MEIRELES. M. A. A. Teor de óleo essencial de funcho através de dois métodos de extração. Dados não publicados, 2003.

SUTTER, L. E. D. N., SILVA, M. F. F. & CASSEL, E. Extração supercrítica, uma nova tecnologia industrial, *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 14 (Supl.), 3-10, dez, 1994.

SUCHORSKA, K.; JEDRASZEKO, B.; OLSEWSKA-KACZYNSKA, I. Influence of daylength on the content and composition of the essential oil from tarragon (*Artemisia dracunculus* f. *dracunculus*). *Annals of Warsaw Agricultural University*, v. 16, p. 79-82, 1992.

TAVIANI, P.; ROSELLINI, D.; VERONESI, F. Variation for agronomic and essential oil traits among wild populations of *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert from Central Italy. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v. 9, n. 4, p. 353-358, 2002.

TESI, R.; CABRERA, E.; CHISCI, G.; TALLARICO, R. Growth response to fertilization of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). In: *International Horticultural Congress*, 24, Kyoto. Proceedings...p. 286, 1994.

THE MERK INDEX: an encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals. 12^a ed., New Jersey: Merk & Co., 1741 p., 1996.

THOMPSON, D. P. Fungitoxic activity oil components on food storage fungi. *Mycologia*, v. 81, n. 1, p. 151-153, 1989.

TRAPP, S. C.; CROTEAU, r. d. Genomic organization of plant terpene synthesis and molecular evolutionary implications. *Genet.*, v. 158, p. 811-832, 2001.

VANDERLINDE, F. A., COSTA, E. A., D'ANGELO, L. C. A. Atividades farmacológicas gerais e atividade antiespasmódica do extrato etanólico de *Ocimum selloi* Benth, (elixir paregórico). In: *Anais do Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil*, Fortaleza, UFCE, 1994.

VENTRELLA, M. C. *Produção de folhas, óleo essencial e anatomia foliar quantitativa de Lippia alba (Mill.) N. E. Br. (Verbenaceae) em diferentes níveis de sombreamento e épocas de colheita*. Botucatu, UNESP, 86 p., 2000. Tese de Doutorado.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. *Taxonomia*. Viçosa: UFV, 89 p., 2000 (cadernos didáticos, 57).

VIEIRA, M. C.; HEREDIA, Z.; NÉSTOR, A.; RAMOS, M. B. M. Produção de biomassa de *Mentha x villosa* Huds. e *Mentha* cf. *longifolia* Huds. em função da cama- de- aviário semi decomposta e de épocas de colheita. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 4, n. 2, p. 25 – 29, 2002.

VIEIRA, R. F.; GRAYER, R. J., PATON, A.; SIMON, J. E. Genetic diversity of *Ocimum gratissimum* L. based on volatile oil constituents, flavonoids and RAPD markers. *Biochem. System. Ecol.*, v. 29, p.287 – 304, 2001.

VIEIRA, R. F.; SIMON, J. E. Chemical characterization of basil (*Ocimum spp.*) found in markets and used in traditional medicine in Brazil. *Economic Botany*, v. 54, p. 207-216, 2000.

VÖMEL, A. Problems and advantages of mineral fertilization with medicinal plants. *Acta Horticulturae*, n. 144, p. 115-121, 1984.

VON HERTWIG, I. F. *Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem e comercialização*. 2^a. ed. São Paulo. Ed. Ícone, 414 p., 1986.

WARDLAW, i. f. The control of carbon partitioning in plants. *The New Phytologist*, v. 116, 341-381, 1990.

WEYERSTAHL, P.; MARSCHAL- WEYERSTAHL, H.; MANTEUFFEL, E. et al. Constituents of essential oil of *Strobilanthes callosus* Nees. *Journal of Essential Oil Research*, v. 4, n. 6, p. 585-587, 1992.

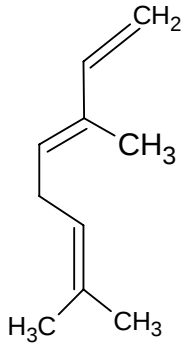
WILLIAMS, D. F. Extraction with supercritical gases. *Chemical Engineering Science*, v. 36, n. 11, p.1769-1788, 1981.

WINDHOLZ, M. (Ed.). *The Merk Index: an encyclopédia of chemical and drugs*, 9. Ed. Rahaway: Merk, 1976.

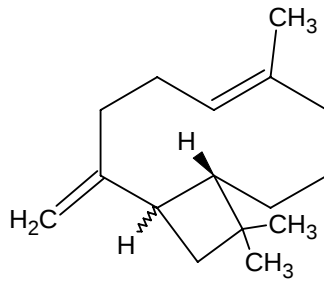
YAO, J., NAIR, M. G.; CHANDRA, A . Supercritical carbon dioxide extraction of scotch bonnet (*Capsicum annum*) and quantification de capsaicin and dihydrocapsaicin, *J. Agric. Food Chem.*, v. 42, 1303-1305 , 1994.

10. APÊNDICES

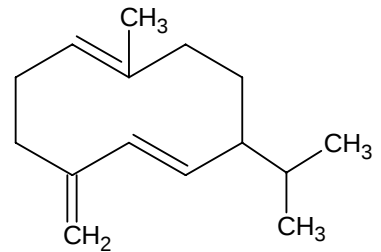
Principais constituintes de *Ocimum selloi* Benth.



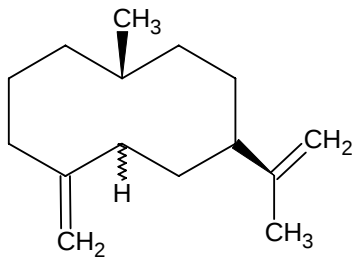
trans- β -ocimeno



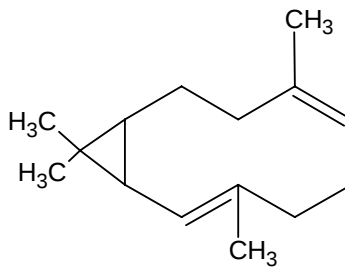
trans-cariofileno



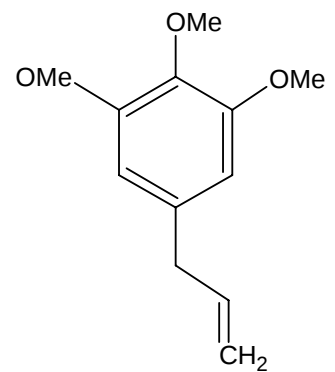
germacreno D



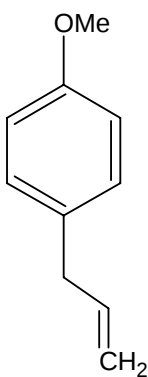
β -selineno



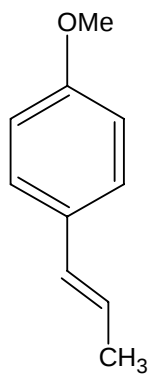
biciclogermacreno



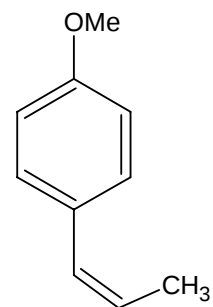
elimicina



metilchavicol

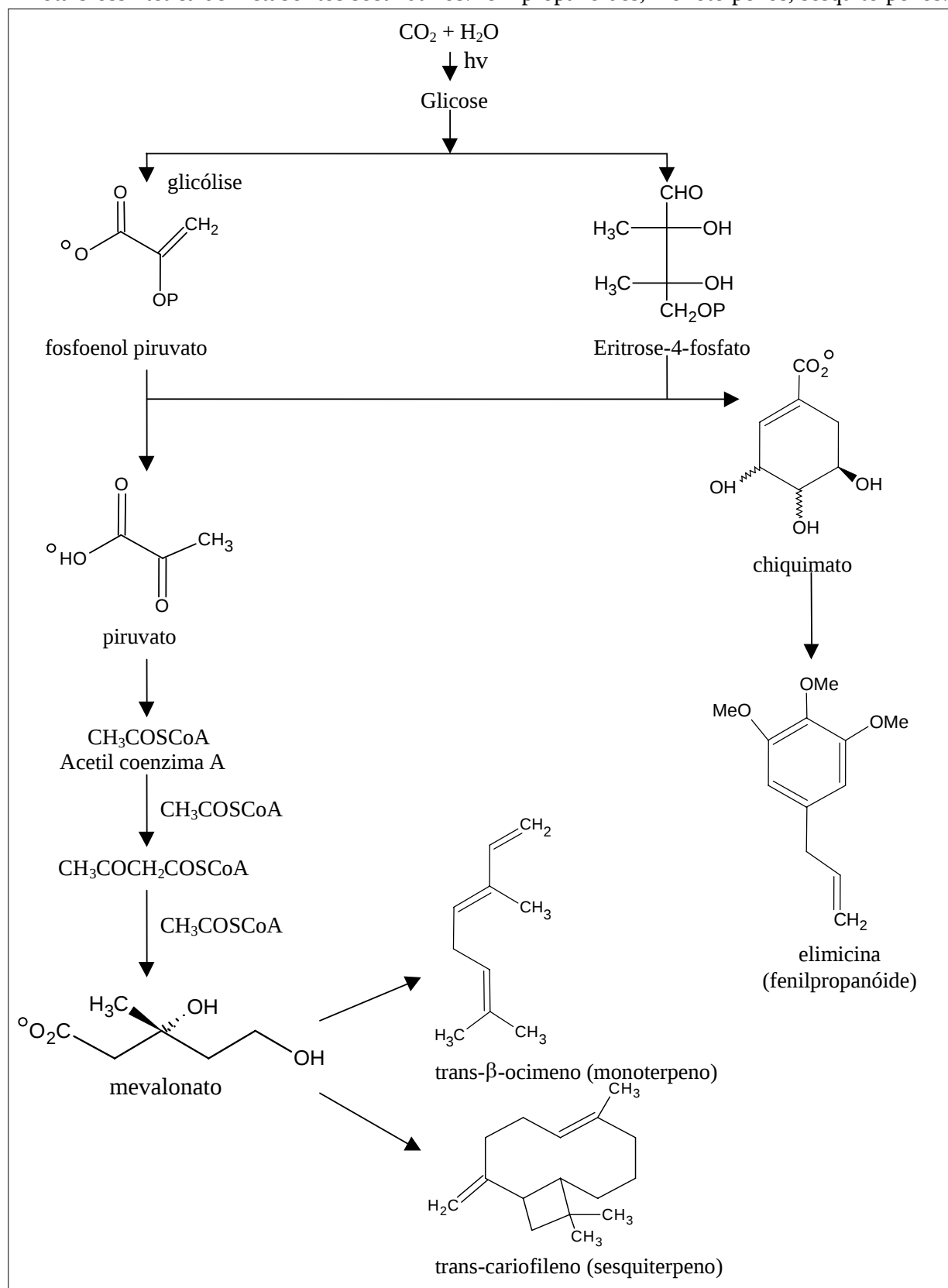


trans-anetol



cis-anetol

Rota biossintética de metabólitos secundários: fenilpropanóides, monoterpenos, sesquiterpenos.



Fonte: Mann, J. Chemical Aspects of Biosynthesis, 1º ed., 92 p., 1994.



Foto 11



Foto 12



Foto 16